



## اثر تنش دمایی بر شاخص‌های خون‌شناسی ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان

سالار درافشان<sup>۱\*</sup>، نصرت‌الله نوری<sup>۲</sup>، امین مخلص آبادی فراهانی<sup>۳</sup><sup>۱</sup> دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

## چکیده

تغییرات دمایی یکی از معمول‌ترین تنش‌هایی است که ماهیان در طی حمل‌ونقل یا شرایط پرورشی با آن مواجه می‌شوند. قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تریپلوئید، به دلیل مزایای حاصل از عقیمی مورد توجه است. در این مطالعه ۲۴ قطعه قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن  $13 \pm 0.23$  (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) مربوط به دو تیمار دیپلوئید و تریپلوئید تحت تأثیر تنش دمایی تغییر دما از ۱۳ به ۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت ناگهانی قرار گرفته و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای مذکور نگهداری شدند. قبل از اعمال تنش و ۲۴ ساعت پس از آن، خون‌گیری از ۵ قطعه ماهی از هر سطح پلوییدی انجام و شاخص‌های خونی آن‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که تنش دمایی باعث کاهش معنادار شاخص‌های خونی اولیه نظیر تعداد گلبول قرمز و هماتوکریت در هر دو گروه ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید می‌شود، به طوری که تعداد گلبول‌های قرمز از حدود  $1/25$  میلیون سلول در میلی‌متر مکعب خون به ترتیب به حدود یک میلیون تا ۹۰۰ هزار سلول در میلی‌متر مکعب خون به ترتیب در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید کاهش یافت. همچنین، میزان هماتوکریت در هر دو گروه از ماهیان مورد آزمایش تا حدود ۲۵٪ نسبت به قبل از تنش کاهش یافت. با این وجود، تعداد گلبول‌های سفید و میزان هموگلوبین تنها در انواع تریپلوئید کاهش یافت و در گروه ماهیان دیپلوئید تغییر معنی‌داری در این شاخص‌ها در اثر تنش دیده نشد ( $p > 0.05$ ). نتایج نشان داد که اثر تنش حرارتی بین انواع دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان از منظر شاخص‌های خون‌شناسی یکسان نبوده و اثرگذاری آن در انواع تریپلوئید شدیدتر است. ارزیابی دیگر انواع تنش در ماهیان تریپلوئید پیشنهاد می‌شود.

## واژه‌های کلیدی:

قزل‌آلای رنگین‌کمان، تنش دمایی، دیپلوئید، تریپلوئید، خون‌شناسی

## نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

## تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۹/۰۸/۰۵

پذیرش: ۰۰/۰۶/۰۲

DOI: 10.22034/jair.9.2.71

## نویسنده مسئول مکاتبه:

سالار درافشان، دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

ایمیل: sdorafshan@iut.ac.ir

## ۱ | مقدمه

(Dunham 2004). یکی از راه‌های ژنتیکی جلوگیری از بلوغ تولید ماهیان تریپلوئید است، این ماهیان به جای دو سری کروموزوم دارای سه سری کروموزوم هستند.

پرورش ماهیان تریپلوئید به دلایل بسیاری از جمله رشد سریع بعد از بلوغ، افزایش تولید گوشت لاشه و افزایش بقا، در مقایسه با ماهیان دیپلوئید، بسیار مورد توجه است. در زمان بلوغ ماهیان، به دلیل رشد غدد جنسی، سرعت رشد آنها کاهش می‌یابد با این حال در ماهیان تریپلوئید انرژی که باید در فرآیند تولیدمثل مصرف شود، صرف رشد بافت‌های بدنی می‌شود (Dorafshan et al., 2008; Shivaramu et al., 2020)؛ القای پلوییدی در ماهیان ممکن است منجر به کاهش توانایی آنها در مواجهه با تنش‌های محیطی شود (Zhuo and Gui, 2017). از تفاوت‌های میان ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید می‌توان به اختلاف در

در سال‌های اخیر، فعالیت‌های چشم‌گیری در زمینه توسعه آبی‌پروری اجرا شده است. استفاده از روش‌های مدرن و نوین در پرورش آبزیان به تدریج با درک بهتر اصول و قوانین ژنتیکی توسعه یافته است. آبزیان دارای ویژگی‌های خاصی نظیر قابلیت تحمل سطوح مختلف پلوییدی، لقاح خارجی، دوره رشد نسبتاً کوتاه و حجم بالای گامت‌های استحصالی، در هر دوره تکثیر هستند که منجر به توسعه بیشتر علم ژنتیک در آبزیان شده است. پدیده بلوغ جنسی یکی از مهم‌ترین مشکلات آبی‌پروران است. بلوغ جنسی در آزادماهیان منجر به کاهش رشد، بروز صفات ثانویه جنسی، کاهش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، کاهش کیفیت لاشه و رنگ‌دانه‌های موجود در بافت‌ها می‌شود (Happe et al., 1988)؛ لذا تولید و پرورش ماهیان عقیمی یا تمام ماده به دلیل حذف بلوغ یا تأخیر در بروز آن در آبزیان پرورشی اهمیت ویژه‌ای دارد

و به جهت اعمال تنش ۱۲ قطعه ماهی از هر گروه به مدت ۱۰ دقیقه با آب با دمای  $20 \pm 0.5$  درجه سانتی‌گراد منتقل شدند، دمای و دوره مرود اشاره، با توجه به امکانات موجود در محل و به عنوان یک عامل تنش‌زای ناگهانی مدنظر قرار گرفت. ماهیان پس از اعمال تنش به شرایط پیش از تنش منتقل شدند. در طی اعمال تنش، سعی شد تا با هوادهی (میزان اکسیژن مخزن در حد اشباع، در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد، حدود ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، حدود ۸/۹ میلی‌گرم در لیتر) در حد اشباع باقی بماند. خون‌گیری از ماهیان با استفاده از سرنگ هپارینه، از طریق ساقه‌دمی ماهیان (۵ قطعه در هر گروه) و پس از بی‌هوشی آنها با پودر گل‌میخک، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در قبل از اعمال تنش و ۲۴ ساعت پس از آن، صورت گرفت. شرایط کیفی آب شامل دمای آب مخازن  $13 \pm 0.3$  درجه سانتی‌گراد بود. اکسیژن محلول در حد اشباع (تستر دیجیتال Lutron Yk-2001CT ساخت کشور آلمان)، سختی حدود ۱۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم (تستر دیجیتال Lutron Yk-2001CT ساخت کشور آلمان) و pH حدود ۸ واحد اندازه‌گیری شد. ماهیان در طول آزمایش تغذیه نشدند.

شمارش تعداد گلبول‌های سفید (هزار در میلی‌متر مکعب) و قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب) انجام شد؛ پس از رقیق‌سازی نمونه خون با استفاده از محلول دیس و با استفاده از پیت ملانژور سفید یا قرمز و لام هماتوسیتر به صورت دستی شمارش شد. برای تعیین میزان هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده شد (Helmuth and Hofmann, 2001). در ادامه برای برای سنجش شاخص‌های میانگین حجم گلبولی MCV ( $\text{nm}^3 \text{ cell}^{-1}$ )، میانگین هموگلوبین گلبولی MCH ( $\mu\text{g cell}^{-1}$ ) و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی MCHC (گرم در دسی‌لیتر) از روابط زیر استفاده شد (Dorafshan et al., 2008):

$$\text{MCV} (\text{nm}^3 \text{ cell}^{-1}) = \text{Hct} (\%) \times 10 / \text{RBC} (10^6 \text{mm}^3)$$

$$\text{MCH} (\mu\text{g cell}^{-1}) = \text{Hb} / \text{RBC} (10^6 \text{mm}^3)$$

$$\text{MCHC} (\text{g Hb dl}^{-1}) = \text{Hb} (\text{g/dl}) / \text{Hct} \times 100$$

در این مطالعه داده‌های آماری به صورت میانگین  $\pm$  خطای استاندارد گزارش شده است و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel-2010 استفاده شد. طرح آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی بود. تحلیل داده‌ها به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS-22 و آزمون نرمال بودن نیز با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov صورت گرفت. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها، داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) بررسی شدند. برای ارزیابی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه ماهیان پیش از تنش و پس از تنش، مقایسه دوطرفه میانگین‌ها، از آزمون t-test مستقل استفاده شد.

شاخص‌های خونی آنها اشاره کرد. به نظر می‌رسد ماهیان تریپلوئید تعداد گلبول‌های قرمز کمتری دارند که این امر باعث می‌شود در مقابل تنش کمبود اکسیژن، تنش شدیدتری نشان دهند. این مساله احتمالاً به دلیل کاهش سرعت تقسیم‌های میتوزی در انواع تریپلوئید است (Happe et al., 1988; Kim et al., 2017).

در مطالعات فیزیولوژیک، بررسی شاخص‌های خونی اهمیت ویژه‌ای دارد. شاخص‌های خونی تحت تأثیر حالات مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک دستخوش نوسان و تغییرات می‌گردد. شناخت شاخص‌های خونی، علاوه بر شناخت فیزیولوژیک آبزیان، شاخص مهم و منحصر به فرد هر گونه ماهیان است که آن را از سایرین متمایز می‌کند. اهمیت این شناخت، نه تنها در تشخیص گونه مهم است بلکه از نظر اقتصادی نیز می‌تواند در شناسایی بیماری‌ها و تعیین شرایط بهداشتی و سلامت ماهی مفید باشد (Benfey and Sutterlin 1984).

یکی از معضلات در پرورش ماهی تنش‌هایی است که ماهی در طی حمل و نقل تحمل می‌کند و این امر از دوران تخم سبز تا نوجوانی رایج است (Santos and Pachec 1996). به طور کلی تنش بر اساس منشأ تولید در ماهیان به سه دسته تنش‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی تقسیم‌بندی می‌شود (Wedemeyer 1969). ماهیان استخوانی همانند موجودات خشکی‌زی به دو صورت به تنش پاسخ می‌دهند: الف: فعال شدن محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-اینترنال که موجب تولید کورتیزول می‌شود. ب: محور اعصاب سمپاتیک-سلول‌های کرومافین که موجب ترشح کاتاکولامین می‌گردد (Iwama et al., 1997). بررسی‌های انجام شده در بحث تحریک فیزیولوژیک همچون تحریک محیطی، اندازه‌گیری پروتئین‌های شوک حرارتی (Heat Shock Protein) و مصرف اکسیژن و دما ثابت کرده که بی‌مهرگان آبی ضمن توانایی احساس حرارت، رفتاری تنظیمی در برابر تغییرات دمایی محیط را نشان می‌دهند. با این حال هنوز روشن نشده است که چه تغییراتی در وضعیت محیط و دما باعث ایجاد تغییرات معناداری در این موجودات خونسرد می‌شود (Helmuth and Hofmann 2001). با توجه این‌که ماهیان در سنین اولیه معمولاً در زمان انتقال با تنش دمایی مواجه می‌شوند و هنوز اطلاعات کافی از نحوه پاسخ به تنش‌های محیطی در ماهیان تریپلوئید وجود ندارد، بر آن شدیم که پاسخ ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان نوجوان تریپلوئید و دیپلوئید از منظر شاخص‌های خونی در مواجهه با تنش دمایی ارزیابی کنیم. این اطلاعات می‌تواند در زمینه ترویج و توسعه فعالیت‌های آبی‌پروری انواع تریپلوئید مثمرتر باشد.

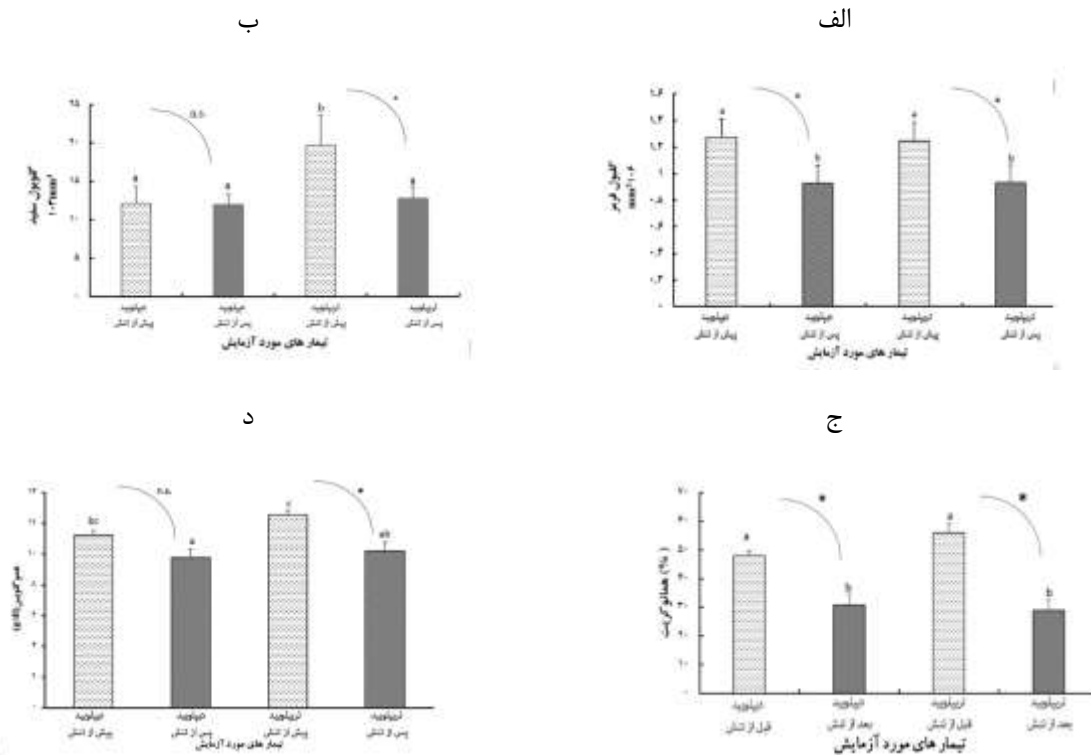
## ۲ | مواد و روش‌ها

برای انجام این از آزمایش ۱۲ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دیپلوئید و ۱۲ قطعه تریپلوئید با میانگین وزنی  $13 \pm 0.23$  گرم مورد استفاده قرار گرفتند. القای تریپلوئیدی در این ماهیان در زمان لقاح و تأیید صحت پلوئیدی با استفاده از ارزیابی گسترش خونی و سنجش ابعاد هسته و سلول با روش توصیف شده توسط درافشان و همکاران (Dorafshan et al., 2008) صورت گرفت. ماهیان به مدت یک هفته با شرایط آزمایشگاهی در دمای  $13 \pm 0.3$  درجه سانتی‌گراد سازگار شده

## ۳ | نتایج

کاهش معنی‌دار در اغلب شاخص‌های خون‌شناسی در دو گروه ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید شد، با این وجود تعداد گلبول‌های سفید و میزان هموگلوبین ماهیان دیپلوئید پس از اعمال تنش بدون تغییر باقی ماند (شکل ۱؛  $p > 0.05$ ).

تلفاتی متأثر از اعمال تنش در هیچ‌کدام از گروه‌های مورد بررسی مشاهده نشد. در قیل از اعمال تنش، تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های اولیه خون‌شناسی بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید به جز در تعداد گلبول سفید وجود نداشت (شکل ۱؛  $p > 0.05$ ). اعمال تنش منجر به



شکل ۱- شاخص‌های خون‌شناسی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دیپلوئید و تریپلوئیدی پیش و پس از قرار گرفتن در معرض تنش دمایی به مدت ۱۰ دقیقه. الف: گلبول قرمز ب: گلبول سفید ج: هماتوکریت د: هموگلوبین. حروف جهت مقایسه سطوح مختلف پلوئیدی در قبل یا بعد از تنش و (\* نشان‌دهنده تفاوت معنادار  $n.s.$  نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در زمان پیش از تنش و پس از تنش دمایی در یک سطح پلوئیدی است.

جدول ۱- شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی قزل‌آلای رنگین‌کمان دیپلوئید و تریپلوئیدی پیش و پس از قرار گرفتن در معرض تنش دمایی به مدت ۱۰ دقیقه

تیمارهای مورد آزمایش	زمان انجام آزمایش	میانگین هموگلوبین سلولی (میکروگرم در سلول)	میانگین حجم سلولی (نانومتر مکعب بر سلول)	میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (گرم در دسی لیتر)
دیپلوئید	پیش از تنش	$8.79 \pm 1.65^a$	$328.17 \pm 18.22$	$23.37 \pm 3.62^a$
	پس از تنش	$10.51 \pm 2.22^a$	$331.89 \pm 16.65$	$31.68 \pm 9.07$
تریپلوئید	پیش از تنش	$10.4 \pm 1.07^a$	$448.71 \pm 19.07^*$	$22.39 \pm 7.53^a$
	پس از تنش	$11.92 \pm 2.59^a$	$311.15 \pm 16.15$	$35.10 \pm 8.46$

\* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در یک تیمار در زمان قبل و پس از تنش دمایی است.

کاهش نسبی حجم گلبول‌ها شد. این تغییرات در ماهیان تریپلوئید نسبتاً شدیدتر از انواع دیپلوئید بود (جدول ۱؛  $p < 0.05$ ). متناظر با این تغییرات، افزایش معنی‌داری در شاخص MCHC پس از تنش ایجاد شد (جدول ۱؛  $p < 0.05$ ).

ارزیابی شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی نشان داد که میزان محتوای هموگلوبین گلبولی و نیز حجم گلبول‌های قرمز در انواع تریپلوئید در مقایسه با انواع دیپلوئید به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱؛  $p < 0.05$ ). اعمال تنش منجر به افزایش محتوای هموگلوبین گلبولی و

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میزان هموگلوبین در ماهیان تریپلوئید در گونه‌های مختلف نتایج متناقضی ارائه شده است، به‌طوری‌که برخی گزارش‌ها میزان، بیشتر، کمتر یا مشابه تیمار دیپلوئید را برای محتوای هموگلوبین گزارش کرده‌اند (Dorafshan et al., 2008). (Benfey and Sutterlin,

پیش از تنش میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز در انواع تریپلوئید به‌صورت معناداری کمتر از انواع دیپلوئید بود، ولی اختلاف معنی‌داری در شاخص تعداد گلبول‌های سفید در بین انواع تریپلوئید و دیپلوئید مشاهده نشد. در مطالعات متفاوت در خصوص

پاسخ به تنش را با استناد به مقدار کورتیزول، گلوکز، لاکتات، تعداد گلبول قرمز، هماتوکریت، حجم متوسط سلول‌ها، غلظت هموگلوبین، میزان MCHC و پروتئین کل خون در آزادماهی اطلس دیپلوئید و تریپلوئید بررسی کردند. آنها گزارش کردند که انواع تریپلوئید مقدار متوسط هموگلوبین سلولی بیشتری بوده و در عین حال غلظت هموگلوبین خونی کمتری در مقایسه با ماهیان دیپلوئید را نشان داده اند. همچنین گزارش شده است که در ماهی قزل‌آلای جویباری *Salvelinus fontinalis*، تریپلوئید میزان هموگلوبین، ضربان آیشی و ضربات دمی مشابه با انواع دیپلوئید بود اما در مواجهه با تنش، در مقایسه با انواع دیپلوئید حدود ۲۰ درصد اکسیژن کمتری مصرف کردند که احتمالاً بیانگر پاسخ متفاوت سطوح متفاوت پلوییدی به تنش است (Van Vuren, 1986). به نظر می‌رسد این تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، اگرچه میزان مصرف اکسیژن در تحقیق حاضر سنجش نشده است، اما کاهش تعداد بیشتری شاخص خون‌شناسی در انواع تریپلوئید در مقایسه با انواع دیپلوئید قاعداً می‌تواند بر توانایی حمل اکسیژن تأثیر گذار باشد. در مقابل در آزادماهی کوهو (*Oncorhynchus kisutch*) تریپلوئید، میزان جذب اکسیژن با انواع دیپلوئید مشابه بود که بیانگر تفاوت‌های خاص هر گونه در پاسخ به سطوح متفاوت پلوییدی است (Johnson et al., 1986). شاید تلفات بیشتر آزادماهیان تریپلوئید در مزارع، به علت اختلال در تعادل تنفسی در زمان مواجهه با استرس باشد. در تأیید این مساله، جانسون و همکاران (Johnson et al., 1986) تفاوت‌های ملموسی را در پاسخ آزادماهیان تریپلوئید و دیپلوئید نسبت به تنش گزارش کردند. تغییرات شدیدتر تعداد گلبول‌های سفید و میزان هموگلوبین که به ترتیب نقش اساسی در پاسخ‌های ایمنی و انتقال اکسیژن در خون برعهده دارند، شاید بتواند توجیه‌کننده تفاوت‌های محسوس انواع تریپلوئید در مقایسه با انواع دیپلوئید در مواجهه با تنش‌های محیطی از جمله تغییرات شدید درجه حرارت، تراکم و دستکاری باشد.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ماهیان تریپلوئید قزل-آلای رنگین‌کمان نسبت به تغییر ناگهانی درجه حرارت واکنش شدیدتری را نشان می‌دهند که احتمالاً می‌تواند به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیک ناشی از القای پلوییدی در این ماهیان باشد.

#### پست الکترونیک نویسندگان

sdorafshan@iut.ac.ir

سالار درافشان:

njsnoori@gmail.com

نصرت‌الله نوری:

aminarcher@yahoo.com

امین مخلص‌آبادی فراهانی:

#### REFERENCES

- Bahmani M., Kazemi R., Donskaya P. 2001. A comparative study of some haematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 24: 135-140.
- Benfey T.J., Sutterlin A.M. 1984. Growth and gonadal development in triploid landlocked Atlantic salmon (*Salmo solar*). *Aquaculture*, 41(12): 1387-1392.
- Bozorgnia A., Hosseinifard M., Alimohammadi R. 2011. Acute

(1984) بیان کردند آزادماهیان اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) تریپلوئید، حجم گلبولی بیشتر و محتوای هموگلوبین کمتر از انواع دیپلوئید را نشان می‌دهند، که منجر به تغییر شرایط اکسیژن رسانی خون خصوصاً در شرایط تنش می‌شود. همچنین سرادل و همکاران (Serradell et al., 1998) عنوان کردند که شاخص‌های خونی سی باس (*Dicentrarchus labrax*) تریپلوئید، ظرفیت اکسیژن‌رسانی کمتر و ایمنی غیراختصاصی ضعیف‌تری نسبت به انواع دیپلوئید را نشان می‌دهد. سلول‌های تریپلوئید به دلیل دارا بودن محتوای DNA بیشتر، ابعاد بزرگتری داشته و لذا اختلالاتی را در سرعت تقسیمات سلولی نشان می‌دهند. به‌طور کلی، سرعت تقسیم سلولی در انواع تریپلوئید نسبت به ماهیان دیپلوئید کمتر است. این مساله احتمالاً، بیانگر دلیل کاهش تعداد گلبول‌های قرمز، در انواع تریپلوئید است (Kim et al., 2017).

دما یکی از شاخص‌های کلیدی در کنترل فرآیندهای زیستی تمامی موجودات خصوصاً انواع خون سرد است. دما در سطح سلولی، با افزایش یا کاهش فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه آن تغییراتی در فرآیند-های متابولیکی و هضمی می‌شود (Houston and Cry, 1974). ماهیان برای سازش با تغییرات دمایی عموماً میزان متابولیسم بدن را کاهش یا افزایش می‌دهند. تغییرات در متابولیسم کربوهیدرات‌ها مانند گلوکز خون می‌تواند به‌عنوان یک شاخص تنش در نظر گرفته شود (Serradell et al., 2020). بررسی شاخص‌های خون‌شناسی و شیمی بالینی، اگرچه اغلب در امور مرتب با سلامتی ماهی استفاده نمی‌شود؛ اما می‌تواند اطلاعات تشخیصی قابل توجهی را ارائه دهد (Van Vuren, 1986). مطالعه بر کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشان داد که این گونه تحمل خوبی نسبت به تنش دمایی دارد و تغییر معناداری در شاخص‌های خون‌شناسی این گونه پس از اعمال تنش دمایی مشاهده نشد، ولی سایر شاخص‌های فیزیولوژیکی پس از تنش تغییرات معنی‌داری را نشان دادند. از این امر می‌توان نتیجه گرفت که ماهی کپور تا حدی توانایی مقاومت در برابر تنش‌های دمایی را دارد (Bozorgnia et al., 2011). در مقابل، تنش دمای پایین در ماهی گروپر لکه قرمز، *Epinephelus akaara* منجر به افزایش معنی‌دار میزان هماتوکریت بدون تغییر در میزان هموگلوبین خون شد (Cho et al., 2015). در حالی که در همین گونه، افزایش دما از حدود ۲۰ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد، تغییرات واضحی را در شاخص‌های خونی ایجاد نکرد (Cho et al., 2015). در تحقیق حاضر، تنش دمایی کوتاه‌مدت، منجر به کاهش مشخص بسیاری از شاخص‌های خونی از جمله تعداد گلبول قرمز و هماتوکریت در هر دو گروه از ماهیان شد، لذا به نظر می‌رسد در گونه‌های مختلف ماهی، تغییرات خون‌شناسی متأثر از تنش، یکسان نیست و به عوامل مختلفی، همچون ویژگی‌های خاص هر گونه و شدت تنش بستگی دارد.

تنش حرارتی منجر به کاهش شاخص‌های اولیه خون‌شناسی در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید شد. نحوه پاسخ‌دهی دو گروه ماهیان مذکور به تنش تا حد زیادی به‌جز تغییر تعداد گلبول سفید و میزان هموگلوبین مشابه بود. سرادل و همکاران (Serradell et al., 2020)

- effects of different temperature in the blood parameters of Common carp (*Cyprinus carpio*). International Conference on Environmental Science and Technology, 2: 52-58.
- Cho H.C., Kim J.E., Kim H.B., Baek H.J. 2015. Effects of water temperature change on the hematological responses and plasma cortisol levels in growing of red spotted grouper, *Epinephelus akaara*. Development and Reproduction, 19: 19-24.
- Dorafshan S., Kalbassi M.R., Pourkazemi M., Mojazi-Amiri B., Soltan-Karimi S. 2008. Effects of triploidy on the Caspian salmon *Salmo trutta caspius* haematology. Fish Physiology and Biochemistry, 34(1): 195-200.
- Dunham R.A. 2004. Aquaculture fisheries biotechnology: genetic approaches. Publishing Cabi, Auburn University, USA. 332p.
- Happe A., Quillet E., Chevassus B. 1988. Early life history of triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 71(2): 107-118.
- Helmuth B.S.T., Hofmann G.E. 2001. Microhabitats, thermal heterogeneity, and patterns of physiological stress in the rocky intertidal zone. The Biological Bulletin, 201(3): 374-384.
- Houston A.H., Cry D. 1974. Thermoacclimatory variation in hemoglobin system of goldfish and rainbow trout. Experimental Biology, 61: 445-461.
- Iwama G.K., Pickering A.D., Sumpter J.P. Schreck C.B. 1997. Fish Stress and Health in Aquaculture. Society for Experimental Biology Seminar Series. Cambridge University Press, 3: 235-248.
- Johnson O.W., Dickhoff W.W., Utter F.M. 1986. Comparative growth and development of diploid and triploid Coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture, 57(4): 329-336.
- Kim H.S., Chung K.H., Son J.H. 2017. Comparison of different ploidy detection methods in *Oncorhynchus mykiss*, the rainbow trout. Fisheries and Aquatic Sciences, 20(29): 1-7
- Li P., Lewis D.H., Gatlin D.M. 2004. Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Fish and Shellfish Immunology, 16(5): 561-569.
- Santos M.A., Pacheco M., 1996. *Anguilla anguilla*. Stress biomarkers recovery in clean water and secondary treated pulp mill effluent. Ecotoxicology and Environmental Safety, 35: 96-100.
- Serradell A., Torrecillas S., Makol A., Valdenegro V., Fernandez-Montero A., Acosta F., Izquierdo M.S., Montero D. 2020. Prebiotics and phytogetic functional additives in low fish meal and fish oil based diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Effects on stress and immune responses. Fish and Shellfish Immunology, 384(3): 167-243.
- Shivaramu S., Lebeda I., Vuong D.T., Rodina, M., Gela D., Flajshans M. 2020. Ploidy levels and fitness-related traits in purebreds and hybrids originating from Sterlet (*Acipenser ruthenus*) and unusual ploidy levels of siberian sturgeon (*A. baerii*). Genes 2020, 11(10):1-15.
- Van Vuren J.H.J. 1986. The effects of toxicants on the haematology of *Labeo umbratus*. Comparative Biochemistry and Physiology, 83: 155-159.
- Wedemeyer G.A. 1969. Stress-induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fishes. Comparative Biochemistry and Physiology, 29: 1247-1251.
- Zhou L., Gui J. 2017. Natural and artificial polyploids in aquaculture. Aquaculture and Fisheries, 2(3): 103-111.

#### نحوه استناد به این مقاله:

درافشان س.، نوری ن.، مخلص‌آبادی فراهانی ا. اثر تنش دمایی بر شاخص‌های خون‌شناسی ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۴۴-۴۸: ۹(۲).

Dorafshan S., Noori N., Mokhlesabady farahany A Effect of thermal stress on some hematological parameters of diploid and triploid Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 9(2): 38-44.

## Effect of thermal stress on some hematological parameters of diploid and triploid Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Dorafshan S<sup>1\*</sup>, Noori N<sup>2</sup>., Mokhlesabady Farahany A<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Associate Prof., Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

<sup>2</sup> B.Sc. Student, Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

<sup>3</sup> Ph.D. Student, Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

### Type:

Original Research Paper

### Paper History:

Received: 19-07-2020

Accepted: 16-09-2020

### Corresponding author:

Dorafshan S. Associate Prof., Dept. of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Email: sdorafshan@iut.ac.ir

### Abstract

Temperature fluctuation is one of the most common stressors during fish transportation and aquaculture condition. Triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) get more attention because of its sterility. In this study, 24 rainbow trout belong to diploid and triploid group, average weight  $13 \pm 0.23$  g were subjected to temperature change from 13 to 20 °C, and kept under tension for 10 min. Before applying the tension and 24 h after, blood samples were taken from 5 individuals from each ploidy groups and some haematological parameters were analysed. Temperature tension caused significant reduction in red blood cell (RBC) counts and haematocrits in both diploid and triploid fish, where the RBC were reduced from  $1.25 \times 10^6$  cells to 1 and  $0.9 \times 10^6$  cells in diploid and triploid groups, respectively ( $P < 0.05$ ). On the other hand, the haematocrits levels were reduced up to 25% in both groups after tension applied. While, there were no significant changes observed in white blood cell counts and hemoglobin levels in diploid, the significant changes were visible in triploid ones ( $P < 0.05$ ). The results showed that triploid rainbow trout affected more than diploid ones by thermal stress. Study on some other common stressors on triploid fish were highly recommended.

**Keywords:** rainbow trout, thermal stress, diploid, triploid, hematology