

ویژگی‌های خون‌شناسی عروس‌ماهی اصفهانی *Petroleuciscus esfahani* در ایستگاه‌های مختلف رودخانه زاینده‌رود

سالار درافشان **Ph.D.***، فاطمه پیکان حیرتی **Ph.D.**، ندا گیلان‌نژاد **M.Sc. Student.**، نصراله محبوبی صوفیانی **Ph.D.**

- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: sdorafshan@cc.iut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۲

چکیده

هدف: عروس‌ماهی اصفهانی، یکی از گونه‌های مهم با پراکنش وسیع در رودخانه زاینده‌رود است. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص ویژگی‌های خون‌شناسی این گونه صورت نگرفته است، در این مطالعه، برخی از این ویژگی‌ها در ایستگاه‌های مختلف رودخانه زاینده‌رود مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۲۷ قطعه ماهی از ۴ ایستگاه مختلف در طول رودخانه زاینده‌رود شامل ایستگاه‌های چشمه دیمه، خرسونک، چمگردان و پل صفائیه صید و پس از خون‌گیری از ساقه دم با سرنگ هیپارینه، ویژگی‌های مرسوم خون‌شناسی آن‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج: میانگین تعداد گلبول قرمز، درصد هماتوکریت و میانگین هموگلوبین به ترتیب در گستره ۳/۰۲ تا ۳/۴ میلیون سلول در میکرولیتر، ۲۸ تا ۳۴/۶۸ درصد و ۹/۱۴ تا ۱۱/۶۹ گرم در دسی لیتر بدون تفاوت معنی‌دار در بین ایستگاه‌های مختلف بود ($P > 0/05$). با این وجود، افزایش معنی‌داری در شمارش کلی تعداد گلبول سفید در دو ایستگاه چمگردان و پل صفائیه (پایین دست) و تغییرات محسوسی در شمارش افتراقی آن‌ها و نیز فاکتورهای ثانویه خون‌شناسی خصوصاً در ایستگاه چمگردان مشاهده شد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: تفاوت معنی‌دار در تعداد گلبول سفید و نسبت آن‌ها در ایستگاه‌های مختلف می‌تواند بیانگر حضور آلودگی‌های زیست محیطی خصوصاً فلزات سنگین در ایستگاه چمگردان باشد.

واژگان کلیدی: شاخص خون‌شناسی، عروس‌ماهی اصفهانی، *Petroleuciscus esfahani*، زاینده‌رود

مقدمه

تعیین محدوده طبیعی پارامترهای خونی در گونه‌های مختلف ماهی و همین‌طور بررسی اثر عوامل زیستی و نیز فیزیولوژیک بر تغییرات آن‌ها ضروری است (۱). اگرچه، به‌کارگیری نتایج ارزیابی‌های خون‌شناسی در تشخیص و درمان بیماری‌های آبزیان معمول و متداول نیست، اما مطالعات صورت گرفته بر روی گونه‌های مختلف ماهی موید این مطلب است که بسیاری از پارامترهای خون‌شناسی در ماهی نیز همانند پستانداران تحت تاثیر مجموعه‌ای از شرایط محیطی و عوامل بیماری‌زا دستخوش تغییر و دگرگونی می‌شود (۲). بیش از یکصد سال از آغاز مطالعات در زمینه خون‌شناسی ماهی می‌گذرد، اما برخی موانع مطالعه شاخص‌های خونی ماهی را در مقایسه با پستانداران با مشکل مواجه کرده است. مروری بر مطالعات خون‌شناسی ماهیان و پستانداران نشان می‌دهد که نتایج این مطالعات در زمینه‌هایی مانند شمارش افتراقی با یکدیگر متفاوت و بعضاً متناقض است، ثانیاً برخلاف پستانداران شمارش سلول‌های خونی آبزیان به دلیل هسته‌دار بودن گلبول‌های قرمز و تشابه آن‌ها از این نظر با گلبول‌های سفید با استفاده از شمارشگرهای خودکار امکان‌پذیر نبوده و ناگزیر باید به‌صورت دستی انجام گیرد. علاوه بر این، تعدد گونه‌های ماهی و تفاوت‌های مورفولوژیکی و فعالیت‌های اکولوژیکی آن‌ها نیز طبقه‌بندی ماهیان را با مشکل مواجه کرده است، با این حال پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه خون‌شناسی و خون‌شناسی تشخیصی گونه‌های مختلف ماهی با آگاهی و شناخت از نحوه فعالیت و بلوغ سلول‌های خونی، استاندارد کردن روش‌های خون‌شناسی در ماهی و کسب اطلاعات در خصوص پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهی به بیماری‌ها در سال‌های اخیر صورت گرفته است (۳ و ۴). تاکنون در ایران مطالعات اندکی در زمینه ویژگی‌های خون‌شناسی ماهیان گزارش شده است، از آن جمله می‌توان به مطالعات انجام شده در خصوص ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutta caspius* (۵)، قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* (۶) و سیچلید ایرانی *Iranocichla hormuzensis* (۷) اشاره کرد. با این وجود پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهیان در زمینه تغییر پارامترهای خون‌شناسی به شرایط متغیر اکولوژیک منابع آبی خصوصاً از منظر آلودگی‌ها در خارج از کشور بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به بررسی پارامترهای خون-شناسی سیاه‌ماهی *Capoeta trutta* (۸)، تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* (۹)، *Channa punctatus* (۱۰) و

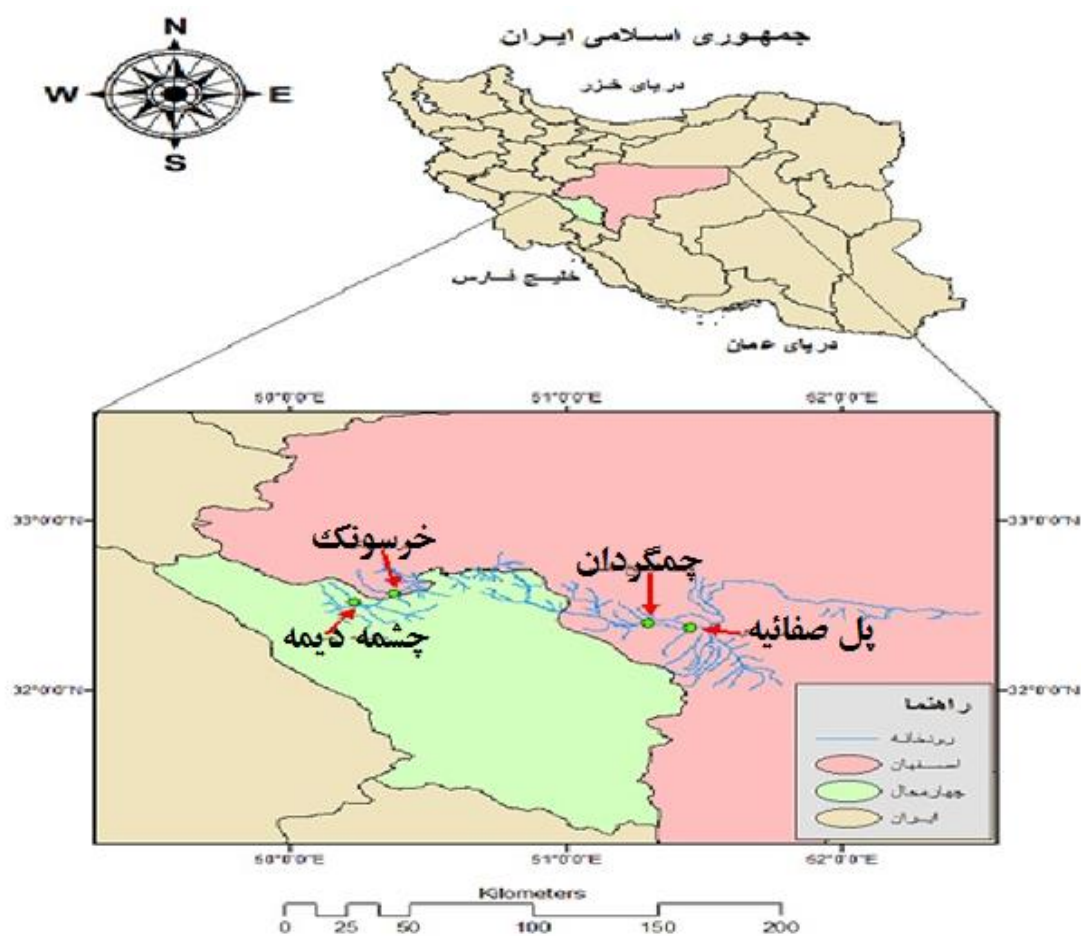
Prochilodus lineatus (۱۱) اشاره کرد. نتایج این تحقیقات بیانگر این حقیقت است که در برخی موارد می‌توان از پارامترهای خون‌شناسی ماهیان به‌عنوان یک شاخص زیستی به‌منظور ارزیابی سلامت اکوسیستم استفاده کرد. عروس‌ماهی اصفهانی *Petroleuciscus esfahani* متعلق به خانواده کپورماهیان Cyprinidae در ایران است. حضور این گونه در قسمت‌های میانی و فوقانی رودخانه‌ها در حوزه آبریز دجله، کارون و زاینده‌رود با قطعیت گزارش شده است. همچنین احتمال پراکنش آن در حوضه دریاچه نمک در محدوده استان‌های مرکزی و قم وجود دارد. اما مهم‌ترین منطقه پراکنش آن در ایران، رودخانه زاینده‌رود است. این گونه ارزش صید ورزشی داشته و در رودخانه زاینده‌رود به وفور در نواحی مختلف مشاهده می‌شود، اگرچه در برخی مناطق به دلیل وضعیت خاص منطقه، صید آن دشوار است. رودخانه زاینده‌رود از دیرباز مورد توجه ساکنین حاشیه آن بوده است. حضور منابع آلاینده متعدد در حاشیه رودخانه خصوصاً در مناطق پایین دست آن منجر به آلودگی شدید این منبع آبی به انواع آلاینده‌های زیست محیطی نظیر فلزات سنگین همچون کادمیوم (۱۲) و ترکیبات مخرب سیستم اندوکراینی (۱۳) شده است. لذا هدف از این مطالعه در وهله اول، ارزیابی شاخص‌های خون‌شناسی عروس‌ماهی اصفهانی و در وهله دوم آگاهی از تغییرات محتمل این شاخص‌ها در ایستگاه‌های مختلف رودخانه بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تعداد چهار ایستگاه مختلف در طول رودخانه انتخاب شد (شکل ۱، جدول ۱). ایستگاه‌های مذکور بر مبنای حضور و وفور گونه مورد بررسی، سهولت صید ماهی و خصوصاً تنوع و نوع آلاینده‌های موجود آن‌ها انتخاب شدند. به این منظور دو ایستگاه در بالا دست سد زاینده‌رود و دو ایستگاه در پایین دست سد به ترتیب به نام‌های چشمه دیمه، خرسونک، چمگردان و پل صفائیه جانمایی شدند. ایستگاه چمگردان به دلیل مجاورت با کارخانه ذوب‌آهن و محل تخلیه پس‌آب کارخانه و پل صفائیه به‌عنوان پایین‌ترین نقطه رودخانه که معمولاً در زمان کم‌آبی رودخانه (نظیر زمان نمونه برداری) دارای آب است انتخاب شدند. نمونه‌برداری از گونه مورد مطالعه، در آبان ماه ۱۳۹۰ با استفاده از تور پره در ساعات مختلف یک روز صورت گرفت. ماهیان پس از صید، با MS222 (با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بی‌هوش شده و پس از توزین (با دقت ۰/۱ گرم) و

آب مقطر تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر با استفاده از پمپت ملانژور سفید یا قرمز و لام هموسایتومتر به صورت دستی اجرا شد. درصد هماتوکریت (Hct) با پر کردن لوله‌های میکروهماتوکریت به میزان حداقل ۲/۳ حجم لوله از خون کامل و سانتریفیوژ (Sigma; Germany) ۵ دقیقه در ۷۰۰۰ rpm تعیین گردید. همچنین میزان هموگلوبین (Hb گرم در دسی‌لیتر)، با استفاده از روش سیان‌مت‌هموگلوبین (Cyan methemoglobin) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PerkinElmer lambda Z (PerkinElmer lambda Z) 800; USA) طول موج ۵۴۰ نانومتر در آزمایشگاه تشخیص طبی میلاد، اصفهان اجرا شد.

بیومتری (با دقت ۱ میلی‌متر)، خون‌گیری شدند. خون‌گیری با استفاده از سرنگ هیپارینه و سر سوزن شماره ۲۱ از ورید ساقه دمی صورت گرفت. ویژگی‌های مرسوم خون‌شناسی نظیر شمارش تعداد گلبول‌های قرمز (سلول در میکرولیتر)، تعداد گلبول سفید (هزار در میکرولیتر)، هماتوکریت (درصد) و هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر) مطابق روش‌های استاندارد خون-شناسی برگرفته از Houston, 1990 سنجش شد (۱۴). به‌طور خلاصه شمارش تعداد گلبول سفید و قرمز پس از رقیق‌سازی نمونه خون با استفاده از محلول دیس (Dace)، شامل رنگ بریلیانت کریزل آبی (Brilliant cresyl blue) (۰/۱ گرم)، سترات سدیم (۳/۸ گرم)، فرمالین ۳۷ درصد (۰/۲ میلی‌لیتر) و



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

جدول ۱: محل و موقعیت جغرافیایی جمع‌آوری عروس‌ماهی اصفهانی *P. esfahani*

ارتفاع (متر)	مختصات جغرافیایی	نام ایستگاه
۲۱۴۳	۵۰°۱۳'۴۲" E	چشمه دیمه
۲۱۳۵	۵۰°۲۲'۰" E	خرسونک
۲۱۴۶	۵۱°۱۷'۳۹" E	چمگردان
۲۱۴۶	۵۱°۲۶'۵۵" E	پل صفائیه

نتایج حاصل به‌صورت میانگین انحراف معیار نمایش داده شدند. پارامترهای خون‌شناسی با استفاده از نرم افزار SPSS17 و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) مقایسه شدند. جهت بررسی معنی‌دار بودن مقادیر میانگین بین ایستگاه‌ها، از آزمون چند دامنه دانکن استفاده گردید و مقادیر $P < 0.05$ به‌عنوان مبنای معنی‌دار بودن تفاوت‌ها مدنظر واقع شد.

نتایج

نتایج سنجش برخی ویژگی‌های کیفی آب در جدول ۲ ارائه شده است. در زمان نمونه برداری، ایستگاه خرسونک با ۴/۸ درجه سانتی‌گراد کمترین و ایستگاه چمگردان با ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد بیشترین دما را داشتند. بیشترین میزان اکسیژن در ایستگاه پل صفائیه (۱۳/۶ میلی‌گرم در لیتر) و کم‌ترین آن در ایستگاه چمگردان (۹ میلی‌گرم در لیتر) ثبت شد. حداکثر میزان pH در ایستگاه پل صفائیه (۸/۹۷) و حداقل آن در ایستگاه خرسونک (۷/۸۸) اندازه‌گیری شد. همچنین، بالاترین میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه چمگردان (۱۱۴۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و کمترین میزان آن در ایستگاه چشمه‌دیمه (۱۹۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) ثبت شد. بیشترین میزان ذرات جامد معلق در پایین‌ترین نقطه نمونه برداری، ایستگاه پل صفائیه بود (جدول ۲)

به‌منظور شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، لام اسمیر (گسترش خونی) تهیه و سپس با رنگ‌آمیزی توسط محلول گیمسا سلول‌های خونی قابل شناسایی شدند. شمارش افتراقی گلبول‌ها با استفاده گسترش خونی رنگ‌آمیزی شده و مطابق شکل گلبول‌ها با کلید شناسایی مرتبط صورت گرفت (۱۵) شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی شامل متوسط حجم گلبولی (Mean erythrocytic volume: MEV)، متوسط هموگلوبین موجود در یک گلبول (Mean erythrocytic hemoglobin: MEH) و متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی (Mean erythrocytic hemoglobin concentration: MEHC) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (۱۴).

$$MEV (\mu m^3) = Hct/RBC \times 10$$

$$MEH (pg/cell) = Hb/RBC \times 10$$

$$MEHC (g/dl) = Hb/Hct \times 100$$

در زمان نمونه برداری برخی ویژگی‌های فیزیوشیمیایی آب نظیر درجه حرارت (سانتی‌گراد)، اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)، pH و EC هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) با استفاده از دستگاه چند منظوره پرتابل (WTW OXI 3315; USA) و مجموع ذرات جامد محلول (قسمت در میلیون) با استفاده از روش (۱۶) سنجش شد.

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیوشیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نام ایستگاه	دما (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن (میلی‌گرم بر لیتر)	pH	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	مجموع ذرات جامد محلول (ppm)
چشمه‌دیمه	۶	۹/۷	۸/۱۵	۱۹۴	۳۸۸
خرسونک	۴/۸	۹/۶	۷/۸۸	۲۱۵	۴۳۱
چمگردان	۱۰/۲	۹	۸/۵۰	۱۱۴۰	۵۷۰
پل صفائیه	۶/۶	۱۳/۶	۸/۹۷	۴۵۶	۹۱۲

میانگین تعداد گلبول‌های قرمز (RBC) در عروس‌ماهی اصفهانی در گستره ۳/۰۲ تا ۳/۰۲ (میلیون در میکرولیتر) و بدون تفاوت معنی‌دار در بین ماهیان صید شده از ایستگاه‌های مختلف بود (جدول ۴، $P > 0.05$). میانگین میزان هموگلوبین (Hb) و هماتوکریت (HCT) نیز تفاوت معنی‌داری را در بین ماهیان ایستگاه‌های مختلف نشان نداد (جدول ۴، $P > 0.05$). اگرچه بیشترین میزان هموگلوبین (11.69 ± 0.30 گرم در دسی‌لیتر) و هماتوکریت (34.68 ± 0.95 درصد) در ماهیان صید شده از

در این مطالعه، در مجموع ۱۲۷ قطعه ماهی مورد مطالعه قرار گرفتند. از نظر میانگین وزنی و طولی ماهیان صید شده تفاوت آماری بین تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۳، $P < 0.05$). بیشترین و کمترین میانگین وزنی به‌ترتیب معادل 1.4 ± 25.85 و 1.13 ± 4.87 گرم و مربوط به ماهیان صید شده از ایستگاه خرسونک و چمگردان بود. همچنین بیشترین (118 ± 4) و کمترین (69 ± 4) میانگین طولی ماهیان (میلی‌متر) نیز مربوط به دو ایستگاه مورد اشاره بود (جدول ۳).

ایستگاه خرسونک اندازه گیری شد (جدول ۴). با این وجود، هر مقایسه با سایر ایستگاهها نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳: ویژگی های زیستی ماهیان صید شده در ایستگاه های نمونه برداری رودخانه زاینده رود

نام ایستگاه	میانگین وزنی (گرم)	میانگین طولی (میلی متر)
چشمه دیمه	دامنه $18/13 \pm 1/31^b$ ۲/۰۸-۵۶/۲۰	دامنه 107 ± 3^b ۵۴-۱۶۴
خرسونک	$25/85 \pm 1/34^a$ ۱۱/۱۱-۴۷/۷۴	118 ± 2^a ۹۵-۱۵۳
چمگردان	$4/87 \pm 1/13^d$ ۱/۴۷-۲۰/۳۱	69 ± 4^d ۵۲-۱۱۶
پل صفائیه	$10/76 \pm 0/50^c$ ۶/۳۲-۱۹/۲۸	91 ± 1^c ۷۷-۱۰۹

وجود حداقل یک حرف مشابه در میانگین هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

جدول ۴: میانگین \pm انحراف معیار برخی از فاکتورهای خونی در عروس ماهی اصفهانی *P. esfahani* در ایستگاه های مختلف

نام ایستگاه	RBC (میلیون در میکرولیتر)	WBC (هزار در میکرولیتر)	Hb (گرم در دسی لیتر)	HCT (درصد)
چشمه دیمه	دامنه $3/06 \pm 0/95$ ۱/۸۷-۴/۳۵	دامنه $10/86 \pm 1/13$ ۴/۰۰-۵۰/۰۰	دامنه $10/53 \pm 0/31$ ۶/۸-۱۴/۶	دامنه $30/85 \pm 0/97$ ۱۹-۴۴
خرسونک	$3/40 \pm 0/94$ ۲/۳۰-۴/۵۵	$10/03 \pm 0/62$ ۱/۲۰-۱۹/۰۰	$11/69 \pm 0/30$ ۸/۴-۱۵/۴	$33/68 \pm 0/95$ ۲۴-۴۶
چمگردان	$3/04 \pm 1/59$ ۲/۴۰-۳/۴۰	$15/40 \pm 1/62$ ۱/۰۱-۱۹/۱۰	$9/14 \pm 0/61$ ۶/۹-۱۰/۲	$28/00 \pm 1/84$ ۲۱-۳۱
پل صفائیه	$3/02 \pm 1/17^a$ ۲/۹۰-۳/۲۵	$14/57 \pm 3/78^b$ ۱/۲۰-۵۰/۰۰	$10/73 \pm 0/55^a$ ۹/۸-۱۱/۷	$30/33 \pm 1/45^a$ ۲۸-۳۳

وجود حداقل یک حرف مشابه در میانگین هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

اصفهانی بودند (جدول ۵). میانگین درصد لنفوسیتها در سه از چهار ایستگاه مورد بررسی (به جز چمگردان) مشابه بود (جدول ۵، $P > 0/05$). نوتروفیلها از نظر فراوانی در رتبه دوم قرار داشته و بیشترین ($3/93 \pm 19/60$ درصد) فراوانی را در ماهیان ایستگاه چمگردان نشان دادند (جدول ۵، $P < 0/05$). ماهیان صید شده از ایستگاه چمگردان افزایش معنی داری را در درصد مونوسیتها و ائوزینوفیلها در مقایسه با ماهیان ایستگاههای دیگر نشان دادند (جدول ۵، $P < 0/05$). با این وجود تفاوتی از نظر این شاخصها بین ماهیان صید شده از سه ایستگاه چشمه دیمه، خرسونک و پل صفائیه مشاهده نشد (جدول ۵، $P > 0/05$).

میانگین تعداد گلبولهای سفید (WBC) بر حسب هزار عدد در میکرولیتر از بالادست به پایین دست رودخانه به طور معنی داری افزایش یافت و از $10/13 \pm 1/86$ در ایستگاه چشمه دیمه به $14/57 \pm 3/78$ هزار سلول در میکرولیتر در ایستگاه پل صفائیه افزایش یافت (جدول ۴، $P < 0/05$). با این وجود ماهیان در دو ایستگاه بالادست از نظر تعداد گلبولهای سفید بسیار به یکدیگر شبیه بودند. چنین مشابهتی برای ماهیان صید شده از دو ایستگاه پایین دست نیز مشاهده شد (جدول ۴، $P > 0/05$). چهار نوع گلبول سفید شامل لنفوسیت، نوتروفیل، مونوسیت و ائوزینوفیل در گسترشهای خونی تشخیص داده شد. لنفوسیتها، فراوان ترین نوع گلبول سفید در عروس ماهی

جدول ۵: میانگین \pm انحراف معیار شمارش افتراقی درصد گلبول‌های سفید عروس‌ماهی اصفهانی *P. esfahani* در ایستگاه‌های مختلف

نام ایستگاه	لنفوسیت	نوتروفیل	مونوسیت	اِئوزینوفیل
چشمه‌دیمه	$^{a}88/56 \pm 0/51$	$^{b}8/24 \pm 0/41$	$^{b}1/49 \pm 0/19$	$^{b}1/29 \pm 0/11$
خرسونک	$^{a}86/95 \pm 0/84$	$^{b}9/70 \pm 0/62$	$^{b}1/51 \pm 0/19$	$^{b}1/43 \pm 0/18$
چمگردان	$^{b}70/80 \pm 0/29$	$^{a}19/60 \pm 0/93$	$^{a}5/20 \pm 0/54$	$^{a}3/20 \pm 1/53$
پل صفائیه	$91/33 \pm 0/88^a$	$6/33 \pm 0/58^b$	$1/00 \pm 0/58^b$	$1/33 \pm 0/88^b$

وجود حداقل یک حرف مشابه در میانگین هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

ماهیان صید شده از ایستگاه چمگردان است (جدول ۶، $P < 0/05$). با این وجود تفاوتی از نظر این شاخص‌ها بین ماهیان صید شده از سه ایستگاه دیگر (چشمه‌دیمه، خرسونک و پل صفائیه) مشاهده نشد (جدول ۶، $P > 0/05$).

میانگین حجم متوسط گویچه قرمز (MEV)، میانگین هموگلوبین ذره‌ای (MEH) و میانگین غلظت هموگلوبین ذره‌ای (MEHC) (گرم دسی‌لیتر) در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان داد که برای هر سه شاخص، کمترین مقادیر مربوط به

جدول ۶: میانگین \pm انحراف معیار شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی عروس‌ماهی اصفهانی *P. esfahani* در ایستگاه‌های مختلف

نام ایستگاه	MEV (فمتولیترا)	MEH (پیکوگرم در سلول)	MEHC (گرم در دسی‌لیتر)
چشمه‌دیمه	$^{a}100/99 \pm 0/79$	$^{a}34/54 \pm 0/24$	$^{ab}34/24 \pm 0/13$
خرسونک	$^{a}101/01 \pm 0/46$	$^{a}34/48 \pm 0/29$	$^{bc}33/80 \pm 0/23$
چمگردان	$^{b}91/88 \pm 1/59$	$^{b}30/00 \pm 0/60$	$^{c}32/66 \pm 0/53$
پل صفائیه	$100/51 \pm 2/06^a$	$35/57 \pm 0/92^a$	$35/37 \pm 0/20^a$

وجود حداقل یک حرف مشابه در میانگین هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

تعداد گلبول قرمز، میزان هموگلوبین و درصد هماتوکریت عروس‌ماهی اصفهانی نداشته است ($P > 0/05$). در مقابل، تعداد گلبول‌های سفید، شمارش افتراقی انواع آن‌ها و نیز شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی تفاوت معنی‌داری را بین چهار ایستگاه مورد مطالعه نشان دادند ($P < 0/05$). در خصوص مقادیر پایه پارامترهای خون‌شناسی در ماهیان گزارش‌های متعددی وجود دارد، به‌عنوان مثال مقادیر بسیار متفاوتی از تعداد گلبول قرمز در هر واحد حجمی از خون ماهیان گزارش شده است (۱۹). معمولاً به‌دلیل تأثیرپذیری این شاخص‌ها از سایر ویژگی‌های فیزیولوژیک و محیطی در بسیاری موارد نمی‌توان مقادیر پایه یا ثابتی را

بحث

ویژگی‌های خون‌شناسی تحت تأثیر عوامل متعدد از قبیل نوع گونه، سن، فصول مختلف سال و ویژگی‌های فیزیوشیمیایی آب از قبیل دما، میزان اکسیژن و یا حضور آلاینده‌های مختلف تغییر می‌کنند (۱، ۹، ۱۷ و ۱۸). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که حضور و غلظت آلاینده‌های زیست محیطی نظیر فلزات سنگین همچون کادمیوم و ترکیبات مخرب سیستم اندوکرائینی نظیر انواع ترکیبات شبه‌هورمونی متأثر از فعالیت‌های انسانی در پایین دست رودخانه زاینده رود به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۱۲ و ۱۳). با این وجود به‌نظر می‌رسد که این تغییرات تأثیری بر

بیگانه‌خواری آن‌ها در مقایسه با یاخته‌های نوتروفیلی کمتر است (۱۴ و ۱۵).

افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید در دو ایستگاه پایین‌دست رودخانه مشاهده شد. مطالعات قبلی بیانگر افزایش معنی‌دار با مواد آلاینده در این دو ایستگاه خصوصاً ایستگاه چمگردان بود (۱۲ و ۱۳). معمولاً انواع آلاینده‌های محیطی نظیر فلزات سنگین منجر به افزایش تعداد گلبول‌های سفید در خون آبزیان می‌شوند. به‌عنوان مثال چنین روندی در خون تیلاپیای نیل *Oreochromis niloticus* (۹) *Channa punctatus* (۱۰) و گربه‌ماهی *Heteropneustes fossilis* (۲۳) تاکنون گزارش شده است. این در حالی است که در مواجهه تعدادی از کپورماهیان با انواع زیست‌کش‌ها، کاهش نسبت لنفوسیت‌ها و افزایش درصد نوتروفیل، مونوسیت و ائوزینوفیل علی‌رغم عدم تغییر در تعداد کلی گلبول‌های سفید شد (۲۴ و ۲۵). سیستم ایمنی ارتباط بسیار نزدیکی با فعالیت سیستم غدد درون‌ریز دارد. در آزادماهیان، استروئیدها، فعالیت سلول‌های ترشح‌کننده آنتی‌بادی و سطح آنتی‌بادی در پلاسما را کاهش می‌دهند. در حالی که در کپورماهیان، استروئیدهای جنسی یا اصولاً فاقد اثر بازدارندگی بر عمل کرد سیستم ایمنی بوده و یا منجر به افزایش فعالیت آن می‌شوند (۲۶ و ۲۷). حضور و افزایش معنی‌دار مواد آلاینده با خاصیت شبه‌هورمون‌های استروئیدی، از بالادست به‌سمت پایین دست رودخانه زاینده رود پیش از این مورد تایید قرار گرفته است (۱۳)، لذا شاید بتوان افزایش تعداد گلبول‌های سفید را در پایین‌دست رودخانه متناسب با حضور انواع آلاینده‌های زیست محیطی نظیر فلزات سنگین و نیز ترکیبات شبه هورمون‌های جنسی در آب توجیه نمود. با این وجود دلیل کاهش نسبت لنفوسیت‌ها به‌عنوان مهم‌ترین سلول‌های سیستم ایمنی در ماهیان در ایستگاه چمگردان همچنان مبهم است و لازم است تا در آینده تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت پذیرد.

تغییرات متناسب MCV و MCH در ماهیان ایستگاه‌های مختلف مشاهده شد که می‌تواند بیانگر اثر افزایش محتوای هموگلوبین گلبولی بر حجم گلبولی باشد. با این وجود، کمترین میزان شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی (به‌جز برای MEHC در مقایسه با ایستگاه خرسونک) در ایستگاه چمگردان مشاهده شد. در خصوص تاثیر آلاینده‌های زیست محیطی بر شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی گزارش‌های متناقضی منتشر شده است.

پیشنهاد کرد. علی‌رغم این پدیده، شاخص‌های خون‌شناسی می‌توانند به‌عنوان معیاری برای ارزیابی استرس وارده به ماهی از جمله حضور انواع مختلف آلاینده‌ها با عوامل بیماری‌زا یا به‌طور کلی سلامت محیط مورد استفاده قرار گیرند (۱۷). به‌عنوان مثال، اگرچه، میزان هموگلوبین به‌عنوان یک شاخص مهم در ارزیابی سلامتی ماهیان مورد استفاده قرار گرفته است (۱ و ۲۰)، اما مقادیر بسیار متفاوتی از آن در گونه‌های مختلفی نظیر قزل‌آلای قهوه‌ای *Salmo trutta*، قزل‌آلای نه‌ری *Salvelinus fontinalis* و ماهی حوض *Carrasius auratus* گزارش شده است (۲۱). حتی مقادیر این شاخص برای یک گونه نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* در شرایط متفاوت زیستی و پرورشی متفاوت است (۵). در خصوص تاثیر آلاینده‌های محیطی بر میزان هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول قرمز یافته‌های مختلفی منتشر شده است به‌عنوان مثال، حضور جیوه در آب منجر به کاهش هم‌زمان میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول قرمز در تیلاپیای نیل شد (۹) درحالی‌که در معرض‌گذاری تاس ماهی استرلیاد *Acipenser ruthenus* با کادمیوم علی‌رغم افزایش میزان هموگلوبین و هماتوکریت تاثیری بر تعداد گلبول قرمز نداشت (۲۲). به‌نظر می‌رسد این شاخص‌ها تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر نوع گونه، میزان حساسیت و غلظت مواد آلاینده و همچنین شرایط فیزیکی‌وشیمیایی آب تغییر نمایند. در این بین شاید تنش ناشی از کمبود اکسیژن محلول از جمله عوامل مهم باشد. دمای نسبتاً اندک آب و اشباع بودن آن از اکسیژن محلول در مکان‌های نمونه‌برداری و همچنین نیاز اکسیژنی محدود عروس‌ماهی اصفهانی از کپورماهیان شاید تا حدود زیادی تاثیر این تنش را منتفی کرده و علی‌رغم سایر تغییرات اکولوژیک، ویژگی‌های خون‌شناسی نظیر تعداد گلبول قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین بدون تغییر باقی مانده‌اند.

علی‌رغم نقش پر رنگ انواع گلبول‌های سفید در ایمنی ماهیان، اتفاق نظر در خصوص تعداد این نوع سلول‌های خونی در ماهیان وجود ندارد (۲۱). نسبت انواع مختلف گلبول‌های سفید معمولاً برای ارزیابی پاسخ‌های فیزیولوژیک به تنش‌های محیطی خصوصاً بروز بیماری‌ها انجام می‌شود. هریک از سلول‌های سفید خون نقش متفاوتی در ایجاد پاسخ‌های ایمنی دارند. مثلاً مهم‌ترین نقش لنفوسیت‌های خون در ماهی، ایجاد مکانیسم‌های ایمنی از طریق تولید پادتن (آنتی‌بادی) است. درحالی‌که ائوزینوفیل‌ها دارای فعالیت فاگوسیتوزی هستند، ولی قدرت

شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان به سبب همکاری‌های ارزنده ایشان سپاسگزاری می‌نماید. بخشی از هزینه‌های انجام این تحقیق از محل پژوهانه شماره ۵۰۲/۹۱/۲۵۲۴۸ پرداختی از سوی معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به دکتر سالار درافشان تامین شده است که نیازمند تقدیر است.

منابع

1. Vosyliene MZ. The effects of heavy metals on hematological indices of fish (survey). *Acta Zool Lit.* 1999; 9(2): 76-82.
2. Das BK, Mukherjee SC. Toxicity of cypermethrin in *Labeo rohita* fingerlings: biochemical, enzymatic and haematological consequences. *Comp Biochem Physiol.* 2003; 1: 109-123.
3. Feldman, B.F, Zinkl, J.G, Jain, N.C. Schalm's Veterinary Hematology. 5th Ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
4. Satyanarayan S, Bejankiwar RS, Chaudhari PR, Kotangale JP, et al. Impact of some chlorinated pesticides on the haematology of the fish *Cyprinus carpio* and *Funtius ticto*. *J Environ Sci.* 2004; 16(4): 631-641.
5. Dorafshan S, Kalbassi MR, Pourkazemi M, Mojazi Amiri B, et al. Effects of triploidy on the Caspian salmon, *Salmo trutta caspius* haematology. *Fish Physiol Biochem.* 2008; 34: 195-200.
6. Dorafshan S, Kalbassi MR, Soltan Karimi S, Rahimi KH. Study of some haematological indices of diploid and triploid Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Yakhteh Med J.* 2010; 11(4) 442-447.
7. Daneshvar E, Ardestani MY, Dorafshan S, Martins ML. Hematological parameters of Iranian cichlid *Iranocichla hormuzensis*- Coad, 1982 (Perciformes) in Mehran River. *Anais da Academia Brasileira de Ciências.* 2012; 84(4): 605-608.
8. Dnabas D, Yildirim NC, Gulec AK. An investigation on some haematological and biochemical parameters in *Capoata trutta* (Heckel 1843) from Manzur River (Tunceli, Turkey). *J Anim Vet Advan.* 2010; 9(20): 2578-2582.
9. Ishikawa NM, Ranzani-Paiva MJT, Lombardi JV, Ferreira CM. Hematological parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to sub-lethal concentrations of Mercury. *Brazil Ar Biol Tech.* 2007; 50(4): 619-626.
10. Javed M, Usmani N. Haematological indices of *Channa punctatus* as an indicator of heavy metal

به‌عنوان مثال، در ارزیابی اثر مقادیر تحت کشنده آلودگی با کادمیوم در تاس ماهی استرلیاد، *Acipenser ruthenus* هیچ‌یک از شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی MEV، MEH و MEHC به‌طور معنی‌داری تغییر نکردند (۲۲). با این وجود، کاهش معنی‌دار سه شاخص MEV، MEH و MEHC در تیلاپسای نیل *Oreochromis niloticus* در مواجهه با فلز سنگین کادمیوم گزارش شد که دلیل این کاهش برای MEV، به رهاسازی سلول‌های خونی نابالغ از بافت‌های خون‌ساز و برای MEH و MEHC، به‌ترتیب به افزایش گلبول‌های قرمز خون همراه با کاهش محتوای هموگلوبین و کاهش میزان دو پارامتر هماتوکریت و هموگلوبین نسبت داده شد (۲۸). اگرچه در تحقیق حاضر، مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت در ایستگاه چمگردان به‌طور معنی‌داری از سایر ایستگاه‌ها پایینتر نبود، اما با توجه به جدول ۴، کاهش نسبی این دو شاخص در ماهیان ایستگاه چمگردان مشهود است، لذا به‌نظر می‌رسد، شرایط استرسی محیطی در این ایستگاه شاید منجر به رهش پیش از موعد گلبول‌های قرمز و در نتیجه کاهش شاخص‌های ثانویه خون‌شناسی و نیز افزایش تعداد گلبول سفید در ماهیان صید شده از این ایستگاه در مقایسه با ماهیان ایستگاه‌های دیگر شده است. میانگین وزنی و طولی اندک ماهیان ایستگاه چمگردان نیز می‌تواند دلیل دیگری مبنی بر شرایط استرسی حاکم بر این ایستگاه باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در تعداد گلبول قرمز، میزان هماتوکریت و هموگلوبین ماهیان ایستگاه‌های مختلف در زمان نمونه‌برداری (پاییز ۱۳۹۰) وجود نداشت. افزایش قابل توجه تعداد گلبول سفید، کاهش نسبت لنفوسیت‌ها و افزایش انواع دیگر انواع گلبول‌های سفید به‌همراه کاهش MEV، MEH و MEHC خصوصاً در ایستگاه چمگردان، شاید متاثر از حضور آلاینده‌های زیست محیطی مختلف در این ناحیه از رودخانه باشد. با این وجود، نتیجه‌گیری قطعی در این خصوص نیازمند تحقیقات بیشتر و وسیع‌تر خصوصاً تحت شرایط آزمایشگاهی است.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از سرکار خانم مهندس ندا شجاعی دانشجوی کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی دانشگاه صنعتی اصفهان و جناب آقای مهندس اسداله کارشناس محترم گروه

- pollution in waste water aquaculture pond, Panethi, India. *Afr. J. Biotech.* 2013; 12(5): 520-525.
11. Simonato JD, Guedes CLB, Martinez CBR. Biochemical, physiological, and histological changes in the neotropical fish *Prochilodus lineatus* exposed to diesel oil. *Ecotoxicol Environ Safety.* 2008; 69: 112-120.
12. Shojaee N. [Population structure of Zayandehrud chub (*Petroleuciscus esfahani*) in Zayandehrud River in response to Cadmium pollution]. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Isfahan University of Technology; 2012. Persian
13. Gilannejad N. [Evaluation of some biological characteristics of *Petroleuciscus esfahani* in response to endocrine disrupting chemicals (EDCs) in the Zayande Roud River]. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Isfahan University of Technology; 2013. Persian
14. Houston A.H. Blood and circulation. In: Schreck CB, Moyle PB, (eds). *Methods for fish biology.* American fisheries society: Bethesda, Maryland; 1990; 273-335.
15. Kazemi R, Pourdehghani M, Yousefi Jourdehi A, Yarmohammadi M, et al. [Cardiovascular system physiology of aquatic animals and applied techniques of fish haematology]. Bazargan; 2010. Persian
16. Radojevic M, Bashkin VN. *Practical environmental analysis.* RSC publication. 1998; 10-11: 1389-1414.
17. Vosylienè MZ, Kazlauskienè N. Alterations in fish health state parameters after exposure to different stressors. *Acta Zool Lit.* 1999; 9(2): 83-94.
18. Blaxhall PC. The haematological assessment of the health of freshwater fish - A review of selected literature. *J Fish Biol.* 1972; 4: 593-604.
19. Hesser EF. *Methods for routine fish hematology.* The Prog Fish Cul. 1960; 22(4): 164-171.
20. Stolen JS, Fletcher TC, Rowley AF, Zelikoff JT, et al. *Techniques in fish immunology.* SOS Publication, U.S.A; 1994.
21. Houston H. Review: are the classical hematological variables acceptable indicators for fish health? *Tran Am Fish Soc.* 1997; 126(6): 879-894.
22. Orojali M. [The sublethal effects of cadmium on some hematological parameters and gill histopathology in Sterlet (*Acipenser ruthenus*)]. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Isfahan University of Technology; 2012. Persian
23. Singh NN, Srivastava AK. Formothion induced haematological changes in the freshwater Indian catfish *Heteropneustes fossilis*. *J Ecotoxicol Environ Mon.* 1994; 4: 137-140.
24. Sopinska A, Guz L. Influence of permethrin on phagocytic activity of carp. *J Vet Med Sci.* 1998; 54: 126-128.
25. Reddy PM, Bashamohideen MD. Fenvalerate and cypermethrin induced changes in the hematological parameters of *Cyprinus carpio*. *Acta Hydroch Hydrobiol.* 1989; 17: 101-107.
26. Saha NR, Usami T, Suzuki Y. Seasonal changes in the immune activities of common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiol Biochem.* 2002; 26(4): 379-387.
27. Saha NR, Usami T, Suzuki Y. In vitro effects of steroid hormones on IgM-secreting cells and IgM secretion in common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Shellfish Immunol.* 2004; 17: 149-158.
28. Al-Attar AM. Changes in haematological parameters of the fish, *Oreochromis niloticus* treated with sublethal concentration of cadmium. *Pak J Biol Sci.* 2005; 8:421-424.

Hematological Characteristics of Esfahani Chub, *Petroleuciscus esfahani* From Different Stations of Zayandehrood River

Dorafshan S, Ph.D.*, Paykan Heyrati F, Ph.D., Gilannejad N, M.Sc. Student.,
Mahboobi Soofiani N, Ph.D.

- Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

* Email corresponding author: sdorafshan@cc.iut.ac.ir

Received: 23 Jun. 2013

Accepted: 17 Sep. 2013

Abstract

Aim: *Petroleuciscus esfahani*, is an important fish species which shows very wide distribution in the Zayandehrood River. As there was no scientific report regarding hematological characteristics of this species, therefore in this study, some major hematological indices of this fish from different stations of the river were analyzed.

Material and Methods: Totally, 127 fish were caught from 4 stations along the river including Cheshmeh dimeh, Khersonak, Chamgordan and Pol-e-Safaiyeh and blood was collected from their caudal vein using heparinised syringe. Then some routine hematological indices were measured using standard methods.

Results: The mean red blood cell counts, hematocrite and hemoglobin were in the range of $3.02-3.4 \times 10^6$ cell.mm⁻³, 28-34.68 % and 9.14-11.69 g.dl⁻¹ respectively without any significant differences among stations ($P > 0.05$). However, a significant elevation in number of white blood cell (WBC) counts in Chamgordan and Pol-e-Safaiyeh (down-stream) as well as significant changes in differential WBC (DWBC) counts and secondary hematological indices specially in Chamgordan station in comparison to other station were observed ($P < 0.05$).

Conclusion: The differences in some blood characteristics such as WBC and DWBC may be reflecting the existence of some environmental pollution such as heavy metals in Chamgordan station.

Keywords: Hematological indices, *Petroleuciscus esfahani*, Esfahani chub, Zayandehrood River