مطالعه پاسخ فیزیولوژیکی ماهی فیتوفاگ *(Hypophthalmichthys molitrix)* در پاسخ به شوینده‌های آنیونی

بهروز حیدری[1*]، علی گلچین‌راد[2]، نیلوفر حقی[3]، لیلا یاوری[4]

۱- استادیار گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، پست الکترونی: bheidari@guilan.ac.ir
۲- مربی و عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، پست الکترونی: golchinrad@yahoo.com
۳- کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، پست الکترونی: haghi_niloofar_bio@yahoo.com
۴- کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، پست الکترونی: lilianyavari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱۰ * نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۴

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

شوینده‌های آنیونی بیش‌ترین مصرف را در میان انواع شوینده‌ها دارند و در آلودگی زیست‌بوم‌های آبی سهیم هستند. در مطالعه‌ی حاضر، اثر این دسته از شوینده‌ها بر پارامترهای خونی ماهی فیتوفاگ *Hypophthalmichthys molitrix* بررسی شد. از این رو، سه تیمار حاوی ماده شوینده آنیونی با غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ppm و یک تیمار شاهد (فاقد ماده شوینده) در نظر گرفته شد و ماهیان به مدت دو هفته در معرض این مواد قرار گرفتند. نمونه‌های خون جهت بررسی میزان هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد گلبول‌های سفید و قرمز و اندیس‌های MCV، MCH و MCHC مورد استفاده قرار گرفت. اگرچه مقادیر حاصل از اندازه‌گیری سطوح هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$)، اما تعداد گلبول‌های قرمز بر خلاف سایر پارامترهای خونی در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر کم‌تر بود ($P<۰/۰۵$) و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۰/۵ ppm مشاهده شد ($P<۰/۰۵$)، اندیس‌های MCV و MCH نیز بالاترین سطح را در تیمار شاهد و پایین‌ترین سطح را در تیمار ۰/۵ ppm داشتند ($P<۰/۰۵$). اما اندیس MCHC اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد ($P>۰/۰۵$). به‌طور کلی به نظر می‌رسد که حتی غلظت‌های هرچند کم شوینده‌های آنیونی می‌تواند تغییرات مهمی را در پارامترهای خونی، فرایندهای خونسازی و حتی سامانه‌ی ایمنی غیر اختصاصی ماهی فیتوفاگ ایجاد کند. از این رو، با توجه به مصرف بالای شوینده‌ها و ورود آن‌ها به زیست‌بوم‌های آبی می‌تواند منجر به بازده‌ی نامناسب در تکثیر و پرورش این گونه تجاری شود.

کلمات کلیدی: *شوینده آنیونی، هماتولوژی، اندیس‌های خونی، Hypophthalmichthys molitrix*

۱. مقدمه

زیست‌بوم‌های آبی به طور مداوم در معرض خطرات ناشی از ورود بی‌رویه آلاینده‌هایی هستند که از منابع مختلفی به آن وارد می‌شوند مانند پس‌ماندهای صنعتی، پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری. در این میان شوینده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار هستند که توسط فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به طور مستقیم و غیر مستقیم به داخل سامانه‌های آبی وارد شده، باعث آلودگی می‌شوند (Knoer and Mollick, 1993). علاوه بر این، حضور شوینده‌ها در محیط‌های آبی می‌تواند موجب تشدید سمیت آلاینده‌های دیگری نظیر فلزات سنگین گردد. اگرچه به طور طبیعی شوینده‌ها توسط باکتری‌ها متحمل تجزیه زیستی می‌شوند، اما غلظت بالای شوینده مانع عملکرد باکتری‌ها می‌گردد (Kikodemusz and Dakay, 1981).

شوینده‌ها از نظر خاصیت یونیزه شدن به سه گروه تقسیم می‌شوند، شوینده‌های آنیونی، شوینده‌های کاتیونی و شوینده‌های خنثی که در این میان شوینده‌های آنیونی دارای بیش‌ترین مصارف خانگی و عمومی هستند (دبیری، ۱۳۸۵). واکنش اصلی در تهیه این نوع شوینده‌ها، سولفوناسیون است که طی آن یک ترکیب آلی سولفونه شده که طی این واکنش علاوه برخواص غیر قطبی، خواص قطبی نیز به مولکول مورد نظر اضافه می‌گردد. چنین ملکولی، اساس ساختار انواع شوینده‌های آنیونی را تشکیل می‌دهد (خضری و همکاران، ۱۳۸۷).

در ایران بیش از ٪۹۰ سورفاکتانت‌های مصرفی در شوینده‌های آنیونی از نوع الکیل بنزن سولفانات خطی هستند (یمینی، ۱۳۷۱). حضور این ترکیبات در آب‌های سطحی از اکسیژن‌گیری آب کاسته، مانع خود پالایی آن می‌شود و حیات آبزیان را به مخاطره می‌اندازد (دبیری، ۱۳۸۵). از این رو بررسی اثرات مواد شوینده بر گونه‌های مختلف آبزیان حائز اهمیت است. در مطالعه حاضر به بررسی اثر شوینده آنیونی بر ماهی فیتوفاگ پرداخته شد.

ماهی فیتوفاگ یا کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844) به خانواده کپورماهیان Cyprinidae تعلق دارد (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳). این ماهی یکی از ماهیان مهم پرورشی است و به دلیل استفاده از رژیم غذایی کم هزینه و سطوح پایین زنجیره‌ی غذایی به مقدار انبوه پرورش داده می‌شود (شعبان‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین به خاطرِ داشتن ویژگی‌های خاص مانند رشد سریع، سازگاری بالا، رژیم غذایی مناسب و گوشت مطلوب، در کشت توأم درصد بالایی از ترکیب ماهی را به خود اختصاص دهد (Martyshev, 1983).

محیط زیست ماهیان و شرایط حاکم برآن نظیر فصل، مواد غذایی، آلودگی و صید بر مقادیر متابولیت‌ها و سلول‌های خونی تأثیر می‌گذارد. علاوه بر آن برخی از شاخص‌های خونی با افزایش سن افزایش یافته و عوامل تنش‌زا نیز موجب کاهش برخی از آن‌ها می‌گردد. شرایط مختلف پرورش نظیر دماهای غیر متعارف، کمبود غذا یا کاهش غلظت اکسیژن در آب اثرات منفی روی شاخص‌های خونی می‌گذارند (Bullis, 1993؛ Hlavova, 1993؛ Martem'Yanov, 1995؛ Lim et al., 2000؛ Jawad et al., 2004؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۷۸؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۲؛ بهمنی و کاظمی، ۱۳۸۲؛ رحیمی بشر و همکاران، ۱۳۸۶).

در این مطالعه نیز به دلیل اهمیت پارامترهای خونی به‌عنوان شاخصی از وضعیت سلامت ماهی، به بررسی اثرات ماده شوینده آنیونی بر برخی از ویژگی‌های خونی شامل میزان هماتوکریت، هموگلوبین، شمارش گلبول‌های سفید و قرمز وهمچنین محاسبه اندیس‌های خونی ماهی فیتوفاگ پرداخته شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. تهیه ماهیان و تیمارها

بچه ماهیان فیتوفاگ، *Hypophthalmichthys molitrix*، مورد نیاز در این مطالعه از مرکز پرورش ماهی واقع در اطراف شهر رشت تهیه شدند. ابتدا ماهیان به مدت یک هفته در شرایط آزمایشگاه نگهداری شدند تا با این شرایط تطابق یابند؛ سپس در آکواریوم‌های شیشه‌ای ۹۰ لیتری به تعداد ۱۲ عدد در هر آکواریوم با میانگین وزن ۵±۸۰ گرم (میانگین± خطای استاندارد)، بدون داشتن اختلاف معنی‌دار، تقسیم شدند. جهت بررسی اثرات ماده‌ی شوینده آنیونی معمولی بر ماهیان، پس از انجام مطالعات ابتدایی، سه تیمار به‌ترتیب حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ ppm ماده شوینده و یک تیمار شاهد در نظر گرفته شد (شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۲). ماده مورد نظر بعد از توزین به آب آکواریوم اضافه شد و به آرامی در کل حجم آب یکنواخت گردد. ماهیان به مدت دو هفته در معرض تیمارهای ذکر شده قرار گرفتند. در طول این مدت تعویض آب آکواریوم به صورت یک روز در میان انجام شده، سپس ماده شوینده با دوزهای مشخص شده مجدداً به آب افزوده

می‌شد. در پایان دوره ماهیان تحت زیست سنجی قرار گرفته، طول کل و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد و از آن‌ها خون‌گیری به‌عمل آمد.

۲-۲. خون‌گیری و بررسی فاکتورهای خونی

پس از نگهداری ماهیان به مدت دو هفته در معرض ماده‌ی شوینده از آن‌ها خون‌گیری به عمل آمد به این ترتیب که جمع‌آوری نمونه‌های خون توسط سرنگ ۲cc آغشته به ماده ضد انعقاد EDTA، از سیاهرگ ساقه دمی انجام شد (بدون بیهوشی). سپس نمونه‌ی خون به‌دست آمده، بلافاصله جهت بررسی هماتوکریت، هموگلوبین و شمارش گلبول‌های سفید و قرمز مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تعیین هماتوکریت نمونه‌ها در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه تحت میکروسانتریفوژ قرار گرفتند. میزان هموگلوبین به روش «سالی- هیلجی»، بر اساس رنگ سنجی و چگالی نور کمپلکس رنگی اسید هماتین، تعیین شد.

جهت شمارش گلبول‌های قرمز از ملانژور گلبول قرمز و رقیق کننده NaCl ٪۲ و برای شمارش گلبول سفید از ملانژور گلبول سفید و رقیق کننده ویوله دوژانسین ٪۲۰ استفاده شد. شمارش سلول‌ها توسط لام نئوبار (هموسیتومتر) انجام گرفت (وهابزاده، ۱۳۶۳).

۲-۳. محاسبه اندیس‌های خونی

با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول قرمز می‌توان اندیس‌های MCV، MCH و MCHC را محاسبه نمود (وهابزاده، ۱۳۶۳).

اندیس MCV: حجم متوسط گلبول قرمز (Mean Corpuscular Volume)

(فرمول ۲-۱)

MCV (fL)= [(هماتوکریت (٪)/ (تعداد گلبول‌های قرمز بر حسب میلیون عدد در mm^3) ×۱۰]

اندیس MCH: متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (Mean Corpuscular Hemoglobin)

(فرمول ۲-۲)

MCH (pg)= [(هموگلوبین (g/dL)/ (تعداد گلبول‌های قرمز بر حسب میلیون عدد در mm^3) ×۱۰]

اندیس MCHC: غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration)

(فرمول ۲-۳)

MCHC(%)= [(هموگلوبین (g/dL)/ (هماتوکریت (٪) ×۱۰۰]

۲-۴. آنالیز داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده در نرم‌افزار SPSS 16.0 تحت Windows پس از بررسی نرمال بودن با روش کولموگروف-اسمیرنف، توسط آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و پس‌آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفتند. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel 2007 رسم شد. معنی‌داری اختلاف داده در سطح خطای ٪۵ ارزیابی گردید.

۳. نتایج

در طول دوره تیمار سطح اکسیژن ۷/۴±۰/۱۲ میلی‌گرم در لیتر و میزان pH به طور متوسط ۷/۷±۰/۰۲ بود.

نتایج حاصل از این مطالعه به طور خلاصه در جدول ۱ آمده است.

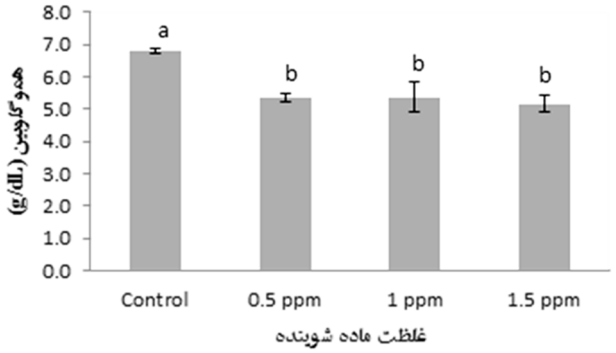
جدول ۱- نتایج حاصل از بررسی پارامترها و اندیس‌های خونی در تیمارهای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد؛ حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار است.)

	شاهد	۰/۵ ppm	۱ ppm	۱/۵ ppm
هماتوکریت (٪)	۲۳/۰±۰/۵۸ ^{a}	۱۶/۳±۰/۴۲ ^{b}	۱۵/۸±۰/۴۸ ^{b}	۱۵/۸±۰/۶۹ ^{b}
هموگلوبین (g/dL)	۶/۸±۰/۱۰ ^{a}	۵/۴±۰/۱۴ ^{b}	۵/۴±۰/۴۵ ^{b}	۵/۲±۰/۲۸ ^{b}
تعداد گلبول‌های قرمز (mm^{-3})	۲۲،۴۲۳^c ±۷۴۸،۳۳۳	۶۲،۶۳۲^a ±۱،۶۸۸،۳۳۳	۵۵،۴۱۸^b ±۱،۰۶۳،۳۳۳	۵۷،۷۳۵^b ±۱،۰۱۴،۴۱۹
تعداد گلبول‌های سفید (mm^{-3})	۱۰،۱۰۰±۲۱۹^a	۵،۳۴۲±۳۵۵^b	۳،۷۱۸±۵۱^c	۶،۵۰۸±۴۵۳^b
MCV (fL)	۳۰۸/۱±۸/۴۹ ^{a}	۹۷/۵±۴/۵۳ ^{c}	۱۵۱/۸±۱۴/۲۹ ^{b}	۱۵۹/۱±۱۲/۵۸ ^{b}
MCH (pg)	۹۱/۴±۳/۷۴ ^{a}	۳۱/۹±۱/۴۰ ^{c}	۵۲/۲±۶/۷۸ ^{b}	۵۲/۲±۴/۸۹ ^{b}
MCHC (%)	۲۹/۷±۱/۱۰ ^{a}	۳۲/۹±۱/۴۸ ^{a}	۳۴/۱±۲/۶۱ ^{a}	۳۲/۹±۱/۸۶ ^{a}

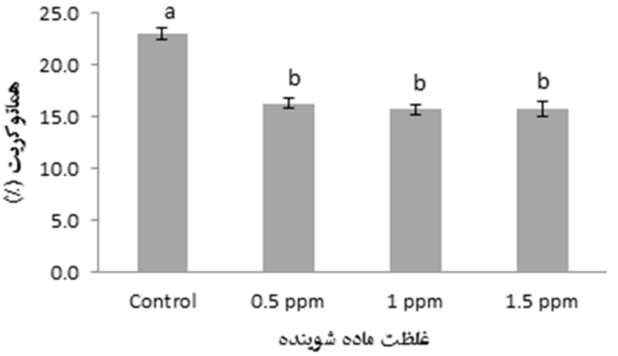
۳-۱. پارامترهای خونی

نتایج نشان داد که میزان هماتوکریت و هموگلوبین و همچنین تعداد گلبول سفید به‌طور معنی‌داری از میزان آن در تیمار شاهد کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). اما در سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در این پارامترها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$؛ اشکال ۱، ۲ و ۴). تعداد گلبول‌های قرمز بر خلاف سایر پارامترهای خونی در تیمار شاهد

نسبت به تیمارهای دیگر کمتر بود (P<۰/۰۵) به طوری که بیش‌ترین مقدار (۱،۶۸۶،۳۳۳±۶۲،۶۳۲mm^{-3}) را در تیمار ۰/۵ppm نشان داد (P<۰/۰۵، شکل ۳).



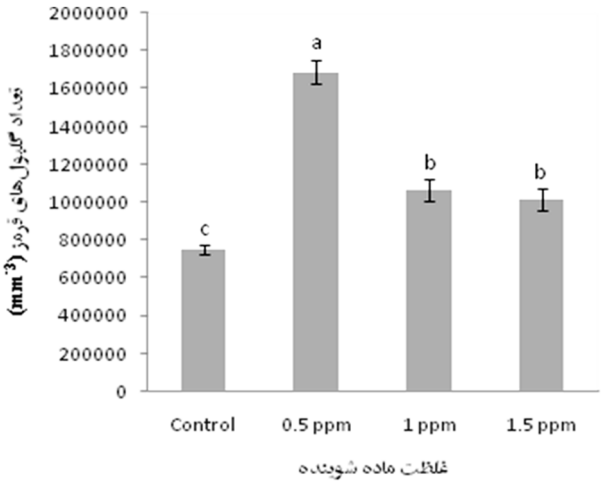
شکل ۱- تغییرات سطح هموگلوبین در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.



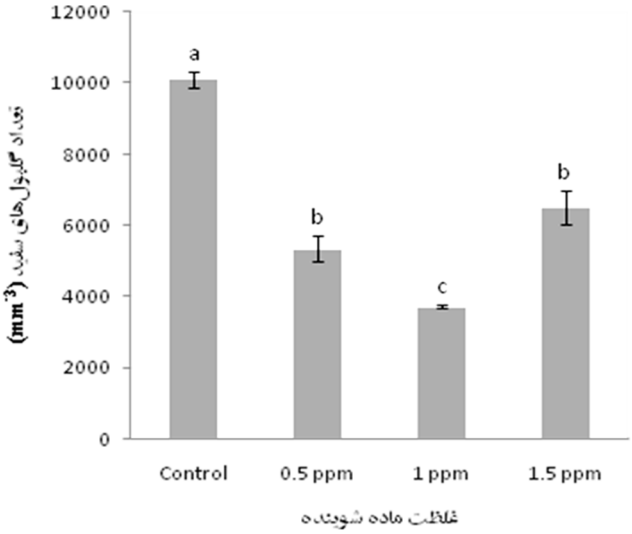
شکل ۲- تغییرات هماتوکریت در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.

۳-۱. *اندیس‌های خونی*

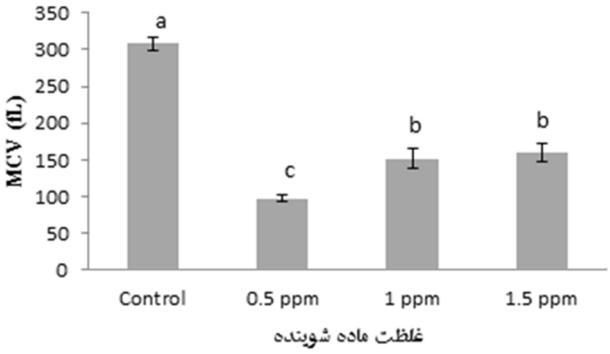
محاسبه اندیس‌های خونی نشان داد که روند تغییرات اندیس‌های MCV و MCH مشابه بود، به‌طوری که مقدار آن‌ها در تیمار شاهد در بالاترین و در تیمار ۰/۵ ppm در پایین‌ترین سطح بود (P<۰/۰۵). البته اگرچه پس از آن روندی صعودی در پیش گرفتند، اما مقدار آن نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بود (اشکال ۵ و ۶). با این که میزان MCHC اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد (P>۰/۰۵)، اما نوساناتی در آن مشاهده شد (شکل ۷).



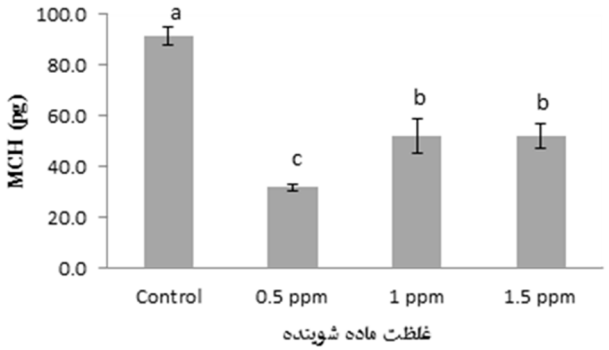
شکل ۳- تعداد گلبول‌های قرمز در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.



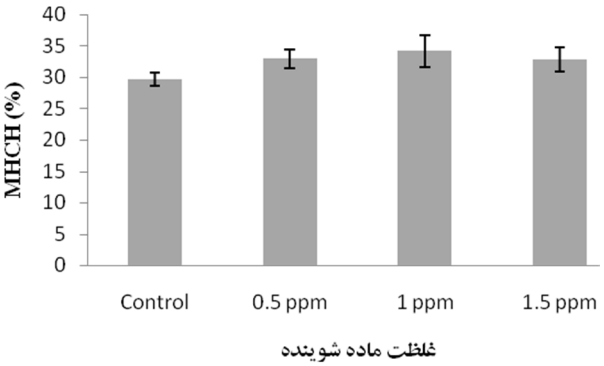
شکل ۴- تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.



شکل ۵- تغییرات MCV در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.



شکل ۶- تغییرات MCH در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها است.



شکل ۷- تغییرات MCHC در تیمارهای مختلف (میانگین± خطای استاندارد). اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ویژگی‌های خون‌شناختی می‌تواند به عنوان شاخصی از شرایط محیطی و زیست‌شناختی ماهیان در نظر گرفته شود، به طوری که عوامل محیطی از جمله آلودگی‌ها، تنش، فصل، مواد غذایی، همچنین مراحل رشد و نمو سماتیک و گنادیک و جنسیت، آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hlavova, 1993؛ Bullis, 1993؛ بهمنی و کاظمی، ۱۳۸۲؛ رحیمی بشر و همکاران، ۱۳۸۶). تغییر در عوامل فیزیکوشیمیایی آب تغییراتی را بر شاخص‌های خونی به دنبال دارد مانند سطح اکسیژن محلول در آب. یکی از اثرات مهم شوینده‌ها کاهش میزان اکسیژن‌گیری آب است (دبیری، ۱۳۸۵). با کاهش سطح اکسیژن آب میزان اکسیژن رسانی به بافت نیز کاهش می‌یابد. که این امر خود موجب تحریک تولید گلبول قرمز می‌شود به این ترتیب که هیپوکسی بافت باعث القای تولید اریتروپوئیتین می‌شود. اریتروپوئیتین نیز به نوبه خود بر سلول‌های دودمانی گلبول‌قرمز عمل کرده، تکثیر، تمایز و رهاسازی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Henry, 1996).

در این مطالعه نیز مشاهده شد که تعداد گلبول‌های قرمز در اثر افزودن ماده شوینده افزایش یافت و تعداد آن در در تمام تیمارها به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). همان‌طور که گفته شد این پدیده می‌تواند در اثر قرارگیری ماهی در شرایط کمبود اکسیژن و تحریک هماتوپویز، رخ داده باشد. اثرات تغییر میزان اکسیژن آب بر شاخص‌های خونی در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهند که هر گونه تنشی می‌تواند موجب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در ماهیان مختلف شود (Casillas and Smith, 1974؛ Nilsson and Bansal and Dalela, 1997 ؛Grove, 1984؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۷۸؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۲).

در مطالعه حاضر تعداد گلبول‌های قرمز در تیمار حاوی ppm ۰/۵ ماده شوینده در بالاترین سطح بود اما با افزایش میزان ماده شوینده تعداد آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (اگرچه همچنان بیشتر از تیمار شاهد بود) (P<۰/۰۵). این مورد می‌تواند به دلیل آسیب بافتی حاصل از حضور شوینده باشد (Abel, 1974؛ Necsok and Benedeczky, 1990؛ گلچین و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعه‌ای که توسط شاهسونی و همکاران (۱۳۸۲) در مورد اثرات ماده شوینده بر پارامترهای خونی ماهی حوض انجام گرفت نیز مشاهده شد که اگرچه در تیمار حاوی غلظت پایین‌تر ماده شوینده، تعداد گلبول‌های قرمز در بالاترین سطح بود، اما مشابه با مطالعه حاضر با افزایش میزان ماده شوینده تعداد گلبول‌ها نیز کاهش یافت. آن‌ها علت این مشاهده را به این ترتیب توصیف کردند که در ابتدا تنش شیمیایی محیطی و یا هیپرپلازی بافت آبشش باعث افزایش تعداد گلبول‌های قرمز (جهت تأمین اکسیژن مورد نیاز) شد و کاهش تعداد گلبول‌ها با افزایش دوز ماده شوینده را به علت لیز شدن گلبول‌های قرمز و یا تخریب بافت آبشش و کلیه دانستند. همچنین در مطالعه‌ای که توسط گلچین و همکاران (۱۳۸۷) انجام شد لیز شدن گلبول‌های قرمز در غلظت‌های بالای شوینده گزارش شد.

در این مطالعه، برخلاف گلبول‌های قرمز، میزان هماتوکریت و سطح هموگلوبین در تمام تیمارها کاهشی را نسبت به تیمار شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). کاهش سطح این دو عامل (فاکتور) در مواردی که ماهی در معرض بعضی ترکیبات مانند برخی فلزات سنگین (Bansal and Dalela, 1997) و سمومی مانند دیازینون

(Svaboda et al., 2001؛ خوشباور و سلطانی، ۱۳۸۴) و فنول (Necsok and Benedeczky, 1990) قرار گرفته‌اند مشاهده شده است. همچنین Necsok و Benedeczky (۱۹۹۰) بیان داشتند که با افزایش میزان فنول در آب، میزان پلاسمای خون در اثر آسیب کبد، افزایش می‌یابد. که این خود کاهش سطح هماتوکریت را به دنبال دارد. با این وجود نتایج حاصل از این مطالعه با یافته‌های بدست آمده در مطالعه شاهسونی و همکارن (۱۳۸۲) مغایر بود. به این ترتیب که در مطالعه‌ی آن‌ها با افزایش میزان ماده شوینده مقدار هماتوکریت و هموگلوبین افزایش یافت. از آن‌جا که دوره‌ی آزمایش در مطالعه‌ی حاضر کوتاه‌تر از دوره آزمایش شاهسونی و همکاران (۱۳۸۲) بود، می‌توان گفت که در دوره‌ای طولانی‌تر این نتیجه قابل انتظار است که در شرایط طبیعی، با افزایش تعداد گلبول قرمز میزان هماتوکریت و هموگلوبین نیز افزایش یابد، ولی در دوره‌ای کوتاه‌تر گلبول‌های قرمز فرصت افزایش حجم و سنتز هموگلوبین، به میزان کافی، را پیدا نمی‌کنند.

با توجه به این که تغییرات اندیس‌های MCV و MCH با تعداد گلبول قرمز رابطه عکس دارند و از سوی دیگر مقدار هماتوکریت و هموگلوبین نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است، الگوی تغییرات این دو اندیس در بین تیمارها، روند معکوسی را نسبت به تعداد گلبول قرمز نشان می‌دهد. به‌طوری که بیش‌ترین مقدار MCV و MCH در تیمار شاهد مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). کاهش مقادیر MCV بیان می‌دارد که افزایش تعداد گلبول‌های قرمز با افزایش هماتوکریت همراه نبوده، بنابراین اندازه‌ی سلول‌ها کوچک‌تر از اندازه‌ی آن‌ها در تیمار شاهد است. این وضعیت می‌تواند بیان‌گر تولید بالای گلبول‌های قرمز در شرایط هیپوکسی باشد (Henry, 1996). از سوی دیگر کاهش مقادیر MCH نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد که سرعت سنتز هموگلوبین با سرعت ساخته شدن گلبول‌های قرمز متناسب نبوده است. یا به بیان دیگر سرعت تکثیر سلول‌های دودمانی گلبول قرمز بالاتر از میزان سنتز هموگلوبین در سلول بوده است. عدم وجوداختلاف معنی‌دار در اندیس MCHC نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش تعداد گلبول‌های قرمز به علت کوچک‌تر بودن آن‌ها، در کل نسبت مقدار هموگلوبین به کل توده گلبول قرمز در تیمارهای مختلف ثابت باقی مانده است. این می‌تواند بدان معنی باشد که تلاش ماهی برای افزایش تعداد گلبول‌های قرمز جهت بهبود اکسیژن‌رسانی بی‌نتیجه مانده است. در مطالعاتی که توسط شاهسونی و همکاران (۱۳۸۲) و خوشباور و سلطانی (۱۳۸۴) انجام شد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ اندیس‌های MCV، MCH و MCHC مشاهده نشد. به طور کلی، هنگامی که تغییرات ایجاد شده در تعداد گلبول‌های قرمز متناسب با تغییرات هماتوکریت و هموگلوبین باشد، عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها قابل انتظار است.

عوامل مختلفی بر تعداد گلبول‌های سفید اثر می‌گذارد مانند تنش، التهاب، بیماری‌های عفونی (Stoskopf, 1993)، آلودگی‌های محیطی، قرارگیری در معرض مواد سمی (Svaboda et al., 2001؛ شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۲؛ خوشباور و سلطانی، ۱۳۸۴) وضعیت تغذیه‌ای (Bullis, 1993; Lim et al., 2000)، سن، جنس و تغییر در میزان هورمون‌ها اشاره کرد (کامکار و همکاران، ۱۳۷۸). در این مطالعه، گلبول‌های سفید در تیمار شاهد بیش‌ترین تعداد را داشت ($P<۰/۰۵$) و مقدار آن به طور معنی‌داری در تیمارهای حاوی ماده شوینده کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). کاهش تعداد گلبول‌های سفید در آلودگی با ترکیبات مختلف و مواد سمی مشاهده شده است (Niimi, 1997؛ Svaboda et al., 2001؛ خوشباور و سلطانی، ۱۳۸۴). همچنین در مطالعه‌ای که شاهسونی و همکاران (۱۳۸۲) در ارتباط با اثر ماده شوینده بر شاخص‌های خونی ماهی حوض انجام دادند، کاهش تعداد گلبول‌های سفید با افزایش غلظت ماده شوینده مشاهده شد که علت آن را ناشی از تنش دانستند. در واقع میزان هورمون کورتیزول که در شرایط استرس ترشح می‌شود کاهش تعداد گلبول‌های سفید را به دنبال دارد (Mcleay, 1983). اختلال در فرایند خونسازی (اریتروپویز) تغییراتی را در پارامترهای خونی ایجاد می‌کند که می‌تواند با تضعیف سامانه‌ی ایمنی غیر اختصاصی همراه باشد (Murad and Houston, 1998; Svobodova et al., 1996; Alkahen, 1994; Thakur and Sahai, 1993).

به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که غلظت‌های هرچند کم شوینده‌های آنیونی می‌تواند تغییرات مهمی را در پارامترهای خونی، فرایندهای خونسازی و حتی سامانه‌ی ایمنی غیر اختصاصی ماهی فیتوفاگ ایجاد کند. از این رو، با توجه به مصرف بالای شوینده‌ها و ورود آن‌ها به زیست‌بوم‌های آبی می‌تواند منجر به عدم موفقیت در تکثیر و پرورش این گونه تجاری شود.

منابع

بهمنی، م.؛ کاظمی، ر.، ۱۳۸۲. مطالعه برخی عوامل بیوشیمیایی و خونی

در تاس‌ماهیان پرورشی (قره‌برون، *Acipenser persicus*، و فیل-ماهی، *Huso huso*). مجله علمی شیلات ایران. ویژه‌نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری. صفحات ۳۶-۲۹.

خضری، م.؛ منوری، م.؛ اناری تفتی، ح.، ۱۳۸۷. بررسی سیستم‌های کمینه‌سازی ضایعات در صنعت تولید مواد شوینده. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره دهم. شماره دو. صفحات ۲۱-۱۳.

خوشباور رستمی، ح.؛ سلطانی، م.، ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سمیت حاد دیازینون بر روی شاخص‌های خونی ماهی شیپ *Acipenser nudiventris* و تعیین میزان LC50. مجله علمی شیلات سال چهاردهم. شماره سوم. صفحات ۶۰-۴۹.

دبیری، م.، ۱۳۸۵. آلودگی محیط زیست: هوا-آب- خاک- صوت. نشر اتحاد. تهران. ۳۹۹ صفحه.

رحیمی بشر، م.ر.؛ تهرانی فرد، ا.؛ قاسمی نژاد، ا.؛ علیپور، و.؛ فلاح چای، م.م.، ۱۳۸۶. تعیین برخی از فاکتورهای خونی ماهی سفید دریای (*Rutilus frissii Kutum*) خزر در مراحل مختلف رشد گنادی. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، سال اول. پیش شماره سوم. صفحات ۵۶-۴۵.

ستاری، م.؛ شاهسونی، د.؛ شفیعی، ش.، ۱۳۸۳. ماهی‌شناسی (۲) سیستماتیک. انتشارات حق‌شناس. ۵۰۲ صفحه.

شاهسونی، د.؛ مهری، م.؛ نظری، ک.، ۱۳۸۲. بررسی تأثیر ماده شوینده آنیونی (شامپو) بر پارامترهای خونی ماهی حوض (*Carassius auratus*). مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۶۱. سال ۱۶. جلد ۳. صفحات ۱۰۳-۹۹.

شاهسونی، د.؛ وثوقی، غ. م.؛ خضرائی نیا، پ.، ۱۳۷۸. تعیین برخی فاکتورهای خونی ماهی ازون‌برون در سواحل جنوب شرقی دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۴۴. سال ۱۲. جلد ۳. صفحات ۱۳۰-۱۲۶.

شعبان‌پور، ب.؛ اصغرزاده‌کانی، ا.؛ حسینی، ه.؛ عباسی، م.، ۱۳۸۶. تغییرات کیفیت چربی سوریمی ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) در زمان نگهداری به صورت منجمد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پانزدهم. شماره اول. ویژه‌نامه منابع طبیعی.

گلچین راد، ع.؛ عسکری حصنی، م.؛ ناصرعلوی م. ق.؛ عتباتی، آ.، ۱۳۸۷. تأثیر ماده شوینده آنیونی بر گلیکوژن کبد و گلوکز خون کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم. شماره ۳. صفحات ۱۶۴-۱۶۱.

وهاب‌زاده، ع.، ۱۳۶۳. فیزیولوژی تجربی انسان. چاپ رودکی. ۲۹۱صفحه.

یمینی، ی.، ۱۳۷۱. تعیین غلظت شوینده‌ها در تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۵۲ صفحه.

Abel, P.D., 1974. Toxicity of synthetic detergents to fish and aquatic invertebrates. Journal of Fish Biology, 6(3):279 –298.

Alkahen, H.F., 1994. The toxicity of nickel and the effects of sublethal levels on haematological parameters and behavior of the fish, *Onechromis niloticus*. Journal of the University of Kuwait (Science), 211:243-252.

Bansal, S.K.; Dalela, R.C., 1997. Physiology disfunction of the haemopoietic system in a fresh water teleost. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 22(3):18-20.

Bullis, R. A., 1993. Clinical pathology of temperate freshwater and estuarine fishes. In: Fish medicine. (Ed.) Stoskopf M.K. Saunders Company. USA, 232-239 pp.

Casillas, E.; Smith, L.S., 1974. Effects of stress on blood coagulation and haematology in rianbow trout exposed to hypoxia. Journal of Fish Biology, 6(5):379-380.

Henry, J. B., 1996. Clinical diagnosis and management by laboratory methods. W.B. Saunders Company. USA, 1556 p.

Hlavova, V., 1993. References values of the haematological indices in grayling (*Thymallus thymallus* linnaeus). Comparative Biochemical and Physiology, 105A:525-532.

Jawad, L. A.; Al-Mukhtar, M.A.; Ahmed, H. K., 2004. The relationship between haematocrit and some biological parameters of the Indian shad, *Tenualosa ilisha* (Family: Clopeidae). Animal Biodiversity and Conservation, 27(2):47-52.

Kikodemusz, I.; Dakay, M.F., 1981. Effect of synthetic detergents on the formazan of various environmental bacteria. *Zentralblatt fur* Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene, 174(1-2):121-124.

Knoer, S. K.; Mollick, S., 1993. Polytonal hazards of

Environmental Monitoring and Assessment, 14(2-3): 377-383.

Niimi, A.J., 1997. Biological and toxicological effects of environmental contaminations in fish. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 40:306-312.

Nilsson, S.; Grove, D.J., 1984. Adrenergic and cholinergic innervation of the spleen of the cod (*Gadus morhua*). European Journal of Pharmacology, 28:135-137.

Stoskopf, M.A., 1993. Fish Medicine. Sounders Company. 882p.

Svaboda, M.; Luskova, V.; Drastichova, J.; Zlabek, V., 2001. The effect of diazinon on haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Veterinaria Brno, 70:457-465.

Svobodova, Z.; Machova, J.; Vykusova, B.; Piacka, V., 1996. The effect of selected negative factor on haematological parameters of common carp, *Ciprinus carpio*, and tench, *Tinea tinea* L. Proc. Sci. papers to the 75th Anniversary of Foundation of the Rifch Vodnany, 95-105 pp.

Thakur, N.; Sahai, S., 1993. Differential leucocyte counts of some fishes during malathion intoxication. Environmental Ecology, 11:875-878.

coastal waters by petroleum products, Detergents and heavy metals. Environmental Pollution, 11:688-690.

Lim, C.; Klesius, P.H.; Li, M.H.; Robinson, E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to Edwardsiella ictaluri challenge. Aquaculture, 185(3-4):313-327.

Martem Yanov, V.I., 1995. Concentration of cations in plasma, erythrocytes and muscles of Bream, *Abramis brama*, from various section of Rybinsk Reservoir. Ichthyology, 35(2):111-119.

Martyshev, F. G., 1983. Pond Fisheries. CRC Press, Moscow, 454p.

Mcleay, D.j., 1983. Effects of cortisol and Dexamethasone in gold fish and salmon. General and Comparative Endocrinology, 21:441-450.

Murad, A.; Houston, A.H., 1998. Leucocytes and leucopoietic capacity in goldfish, *Carassius auratus*, exposed to sublethal levels of cadmium. Aquatic Toxicology, 13:141-154.

Necsok, J. and Benedeczky, I., 1990. Effect of subletal concentration of phenol on some enzyme activities and blood sugar level of Carp (*Cyprinus carpio*).