مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۹ شماره ۳ صفحات ۲۲۱-۲۱۲

تاثیر آب مغناطیسی شده بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلای رنگین-کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

فاطمه مشیدی[۱]، سید ولی‌حسینی[۱*]، غلامرضا رفیعی[۱]
۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

چکـــیده

در مطالعه حاضر تاثیر آب مغناطیس شده بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان قزل‌آلای رنگین-کمان مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۱۲۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن (۷±۱۵۰ گرم) به ۱۲ مخازن ۵۰۰ لیتری معرفی گردیدند. مگنتایزرهایی با شدت ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ گاوس (در ۳ تکرار) در ورودی هر یک از مخازن پرورشی نصب گردید. طول دوره آزمایش ۸ هفته بود و در ابتدا و انتهای دوره پرورش به منظور بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی چون گلوکز، لیزوزیم، پروتئین کل، کورتیزول، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آلکالین فسفاتاز (ALP)خونگیری صورت گرفت. نتایج نشان داد که آب مغناطیسی شده بر پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به طور معنی‌داری ($P<0.05$) اثرگذار بود. بطورکلی، افزایش مقدار مغناطیس، کاهش معنی‌داری ($P<0.05$) بر آنزیم‌های کبدی ((ALT، AST، ALP) و در مورد لیزوزیم و پروتئین کل نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری ($P<0.05$) داشت. اثر آب مغناطیسی بر پارامترهای مرتبط با استرس از الگوی مشخصی پیروی نکرد و مقدار آن برای گلوکز و کورتیزول مربوط به تیمار ۲۵۰۰ به ترتیب با مقادیر ۰/۸۶±۵۵/۵۰ و ۰/۰۸±۱۱/۶۵ بود که نسبت به تیمار شاهد کاهش معناداری ($P<0.05$) داشت. بنابراین، استفاده از سطوح مختلف آب مغناطیسی تا سطح ۲۵۰۰ گاوس می‌تواند منجر به بهبود عملکرد برخی شاخص‌های خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان شود.

کـــلید واژه ها: آب مغناطیسی شده، خصوصیات بیوشیمیایی خون، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۰

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۳۹۹/۹/۲۵

***نویسنده مسول:**
hosseinisv@ut.ac.ir

مقدمه

پرورش موفقیت‌آمیز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان همانند سایر گونه‌های پرورشی نیازمند برخورداری از آب با کیفیت برای زنده‌مانی، کارایی رشد بهینه، کاهش استرس و ممانعت از تکثیر عوامل بیماری‌زا می‌باشد [۱]. روش‌های معمول برای بهبود پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب همانند استفاده از اشعه ماوراءبنفش و ازن‌دهی عمدتاً هزینه‌های اجرایی و سرمایه‌گذاری بالایی را نیاز دارند [۲]. از اینرو تحقیقاتی به منظور استفاده از روش‌های اقتصادی‌تر صورت گرفته است. امکان استفاده از محیط مغناطیسی ثابت با کمک مگنتایزرها یکی از این روش‌ها می‌باشد [۳]. مگنتایزر دستگاهی با ساختار ساده و بدون نیاز به منبع انرژی است. شدت و قدرت مغناطیسی این دستگاه در گذر زمان کاهش نمی‌یابد و به علت ساختار ساده‌ای که دارد نصب آن بسیار ساده است [۴].

استفاده از مغناطیس می‌تواند بر کشش سطحی، چگالی، ویسکوزیته، شکست نور و توانایی ترشوندگی ماده جامد اثرگذار باشد. علاوه بر اثرات مهم مغناطیس بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب تحقیقات نشان داده که استفاده از مغناطیس ثابت می‌تواند بر بیولوژی موجوداتی که از این آب استفاده می‌کنند نیز تاثیرگذار باشد [۶]. علیرغم مطالعاتی که اثر مغناطیس را بر رشد ماهیان از مرحله جنینی تا بزرگسالی [۷-۹]، جذب آب تخم بعد از لقاح [۱۰]، مرگ و میر جنین‌های درحال توسعه [۱۱]، تنفس جنینی [۷] و جهت‌گیری فضایی جنین و لاروها [۱۲] بررسی

کرده‌اند، هنوز اثر استفاده از آب مغناطیسی شده بر روی ماهیان نوپا بوده و نیازمند تحقیقات بیشتری است.

سنجش پارامترهای خونی به عنوان یک روش کارآمد برای مطالعه شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک ماهیان است [۱۳]. با استفاده از آنالیز فاکتورهای بیوشیمیایی خون می‌توان بسیاری از بیماری‌ها، نارسایی‌ها و شرایط غیرعادی را تشخیص داد. لذا آگاهی از وضعیت خونی ماهیان و به خصوص شناخت اثر شرایط محیط جدید پرورشی بر شاخص‌های خونی می‌تواند در پیشبرد برنامه‌های تکثیر، نگهداری و پرورش این ماهیان موثر باشد [۱۴]. تحقیقات نشان داده است که استفاده از مقادیر بالای مغناطیس ثابت که خارج از آستانه تحمل موجود زنده است نه تنها اثر مثبتی ندارد بلکه ممکن است به عنوان یک استرسور منجر به ایجاد فرآیندهایی همانند تولید رادیکال‌های هیدروکسیل، شکستن باندهای همولیتیک و یا انتقال الکترونی بین ذرات ترکیبات شیمیایی گردد [۱۵]. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تاثیر آب مغناطیسی شده تا ۳۵۰۰ گاوس (یکای اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی؛ هر ۱۰ گاوس معادل یک میلی‌تسلا است). بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

تیماربندی و خوراک‌دهی: تعداد ۱۲۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۷±۱۵۰ گرم از یکی از مراکز پرورش ماهی برغان (کرج) تهیه و به کارگاه آبزیان گروه شیلات دانشگاه تهران منتقل گردید. پس از سازگار شدن ماهیان با شرایط پرورش، به هر مخزن ۵۰۰ لیتری ۱۰ عدد ماهی معرفی گردید. تیمارها شامل تیمار شاهد (بدون مغناطیس) و تیمارهای ۱۵۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ گاوس در سه تکرار بودند. مخازن با مگنتایزرهای تهیه شده از شرکت پویش آب صنعت سلطان با شدت‌های مختلف مغناطیس در مسیر ورود آب مجهز شدند. به منظور اطمینان از توزیع یکنواخت مغناطیس در سراسر مخزن، در کف هر مخزن یک پمپ نصب شد که آب را با جریان ۰/۲۵ لیتر برثانیه به چرخش درآورد. طول دوره آزمایش ۸ هفته بود و در این مدت همه تیمارها با خوراک اکسترود GF2 شرکت فرادانه (۴۰٪ پروتئین، ۱۵٪ چربی، ۳٪ فیبر، ۹٪ خاکستر و ۸٪ رطوبت) و به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن در سه وعده (ساعت ۸:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۸:۰۰) خوراکدهی شدند. جهت تعیین میزان رشد ماهیان و نیز محاسبه مقدار جیره آنها، هر ۱۰ روز یک بار همه تکرارها بیومتری شدند.

نمونه‌برداری: به منظور ثبت اثرات روزانه مغناطیس بر خصوصیات آب برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از قبیل دما، پی‌اچ، کل مواد جامد محلول (TDS) و هدایت الکتریکی (EC) به صورت روزانه و پیش از سیفون آب (۵۰ درصد) ثبت گردید. اندازه‌گیری پی اچ (pH)، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول با کمک دستگاه‌های پرتال مربوطه HANNA instruments، کد HI9811-5، ساخت کشور رومانی انجام گردید.

آنالیز خون: به منظور سنجش پارامترهای بیوشیمیایی خون،در ابتدا (پیش از معرفی ماهیان به مخازن تیماربندی شده) و انتهای دوره پرورش ماهیان ۲۴ ساعت قطع خوراک شده و به ازای هر تکرار سه ماهی به طور تصادفی انتخاب گردید. سپس ماهیان در محلول گل میخک با دوز ۱۵۰ ppm [۱۶] بیهوش شده و از ورید ساقه دمی آن‌ها با کمک سرنگ هپارینه خونگیری به عمل آمد. به منظور جداسازی پلاسما خون نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند [۱۷] و سپس با استفاده از یخ خشک به آزمایشگاه ویرومد استان گیلان (رشت) منتقل شدند. اندازه‌گیری گلوکز پلاسما خون و همچنین آنزیم‌های کبدی شامل آلکالین فسفاتاز (ALP)، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) به وسیله کیت‌های تشخیصی (پارس آزمون) ساخت کشور ایران و به روش فتومتریک اندازه‌گیری شدند. کورتیزول پلاسما به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت مونوبایند (Monobind؛ ساخت کشور آمریکا)، پروتئین کل با استفاده از کیت تشخیصی شرکت بیونیک (ساخت ایران) و لیزوزیم بر اساس روش توصیه شده توسط الیس (۱۹۹۰) توسط سوسپانسیون میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (*Micrococcus lysodeikticus*) (محصول سیگما) اندازه‌گیری شدند [۱۸].

نتایج

نتایج به دست آمده در پایان دوره آزمایش اختلاف معنی‌داری بین میانگین افزایش وزن در تیمارهای مختلف نشان داد (شکل ۱). براین اساس پس از هشت هفته آزمایشی، تیمارهای ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ گاوس نسبت به تیمار شاهد افزایش وزن معنی‌داری داشتند. همچنین سطوح

مختلف مغناطیس بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب شامل پی اچ، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

شکل ۱- نمودار افزایش وزن ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در پایان دوره پرورش تحت تاثیر تیمارهای مختلف مغناطیسی بعد از ۸ هفته آزمایشی (حروف مختلف نشاندهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) است).

نتایج مطالعه حاضر بر روی فاکتورهای خـونی مرتبط با سلامتی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اختلافات معنی‌داری در تیمارهای مختلف مغناطیسی نشان داد (جدول شماره ۱).

کورتیزول: نتایج نشان داد که بین میانگین کورتیزول خون ماهیان (ng/ml) در سطوح مختلف تیمارهای مغناطیسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در پایان دوره پرورش بیشترین مقدار این شاخص در تیمار ۳۵۰۰ گاوس (۰/۲۵ ± ۱۳/۳۵) و کمترین مقدار مربوط به تیمارهای شاهد (۰/۲۵ ± ۱۱/۸۵) و ۲۵۰۰ گاوس (۰/۰۸ ± ۱۱/۶۵) بود (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که میزان کورتیزول خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تاثیر مغناطیس آب نتایج منظمی نداشته و بسته به تیمارهای آزمایش نتایج مختلف بود. بطوریکه این مقدار در تیمارهای ۳۵۰۰ و ۱۵۰۰ گاوس نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود اما براساس آزمون دانکن بین تیمار ۲۵۰۰ گاوس و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

گلوکز: نتایج نشان داد که بین میانگین گلوکز خون ماهیان (mg/dl) در سطوح مختلف تیمارهای مغناطیسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. میزان گلوکز خون ماهیان در شروع دوره پرورش ۴/۱۶ ± ۸۴/۳۳ بود و بیشترین و کمترین این شاخص در پایان دوره پرورش به ترتیب در تیمار ۱۵۰۰ (۲/۵۹ ± ۷۵/۵۰) و تیمار ۲۵۰۰ گاوس (۰/۸۶ ± ۵۵/۵۰) مشاهده گردید (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که سطوح مغناطیس آب نتایج مختلفی بر میزان گلوکز خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان داشت. بطوریکه این مقدار در تیمارهای ۱۵۰۰ و ۳۵۰۰ گاوس نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت و در تیمار ۲۵۰۰ گاوس نسبت به تیمار شاهد مقدار کمتری داشت.

لیزوزیم و پروتیئن کل: نتایج مربوط به میزان لیزوزیم (u/ml/min) و میزان پروتئین کل (g/dl) تحت تأثیر سطوح مختلف آب مغناطیسی اختلاف معنی‌داری را بین سطوح مختلف تیمارها نشان داد (جدول ۱). بطورکلی، افزایش سطح مغناطیس آب باعث افزایش معنی‌دار مقادیر لیزوزیم و پروتئین کل خون شد. بیشترین مقدار برای لیزوزیم در تیمار ۲۵۰۰ گاوس (۲/۸۶ ± ۵۹/۰۰) و برای پروتئین کل در تیمارهای۲۵۰۰ گاوس (۰/۱۱ ± ۵/۶۹) و ۳۵۰۰ گاوس (۰/۰۱ ± ۵/۶۰) بود.

آنزیم‌های کبدی: نتایج مربوط به میزان آلکالین فسفاتاز (u/l)، آلانین آمینوترانسفراز (u/l) و آسپارتات آمینوترانسفراز (u/l) اختلاف معنی‌داری را بین میانگین سطوح تیمارها نشان داد (جدول ۱). بطورکلی، افزایش سطح مغناطیس آب باعث کاهش معنی‌دار آنزیم‌های کبدی خون شد و کمترین مقدار آنزیم‌های ALP (۸/۰۸ ± ۳۰۳/۳۳) و AST (۸/۹۴ ± ۲۲۹/۵) در تیمار ۲۵۰۰ گاوس و در آنزیم ALT مربوط به تیمار ۳۵۰۰ گاوس (۰/۲۸ ± ۱۳/۵۰) بود.

جدول ۱- مقایسه میزان پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در ابتدا و انتهای دوره پرورش تحت تاثیر تیمارهای مغناطیسی مختلف (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) است).

	لیزوزیم (u/ml/min)	آلکالین فسفاتاز (ALP)(u/l)	آلانین آمینوترانسفراز (ALT) ((u/l	اسپارتات آمینوترانسفراز (u/l) (AST)	گلوکز (mg/dl)	پروتیئن تام (g/dl)	کورتیزول (ng/ml)
ابتدای دوره پرورش	^{e} ۲۴/۳۳±۲/۰۸	^{a} ۴۰۲/۶۷ ± ۷/۵۱	^{b}۱۸/۳۳ ± ۱/۵۳	^{a} ۳۸۱/۳۳ ± ۲۵/۹۷	^{a} ۸۴/۳۳ ± ۴/۱۶	^{c} ۴/۱۲±۰/۲۰	^{d} ۸/۹۸ ±۰/۰۸
شاهد	^{d} ۳۱/۵۰±۱/۴۴	^{a} ۳۸۸/۰۰±۱۳/۸۵	^{a} ۲۷/۵۰±۰/۲۸	^{a} ۳۸۳/۰۰±۸/۶۶	^{cd} ۵۹/۵۰±۰/۸۶	^{b} ۵/۲۸±۰/۰۳	^{c} ۱۱/۸۵±۰/۲۵
تیمار ۱۵۰۰ گاوس	^{c} ۳۹/۵۰±۰/۸۶	^{b} ۳۳۹/۰۰ ± ۸/۶۵	^{b}۱۹/۵۰ ± ۰/۸۶	^{b} ۳۳۵/۵۰ ± ۱۵/۸۷	^{b} ۷۵/۵۰± ۲/۵۹	^{b} ۵/۳۴±۰/۰۳	^{b} ۱۲/۷۰±۰/۱۱
تیمار ۲۵۰۰ گاوس	^{a} ۵۹/۰۰ ± ۲/۸۶	^{c} ۳۰۳/۳۳ ± ۸/۰۸	^{c} ۱۵/۰۰ ± ۰/۰۰	^{d} ۱۵۸/۵۰ ± ۳/۷۵	^{d} ۵۵/۵۰± ۰/۸۶	^{a} ۵/۶۹±۰/۱۱	^{c} ۱۱/۶۵ ±۰/۰۸
تیمار ۳۵۰۰ گاوس	^{b} ۴۹/۵۰ ± ۱/۴۴	^{c} ۳۱۰/۵۰ ± ۸/۹۴	^{d} ۱۳/۵۰ ± ۰/۲۸	^{c} ۲۲۹/۵ ± ۸/۹۴	^{c} ۶۴/۵۰±۳/۷۵	^{a} ۵/۶۰±۰/۰۱	^{a} ۱۳/۳۵±۰/۲۵

بحث

ارزیابی پارامترهای خونی و بیوشیمیایی اطلاعات ارزشمندی را درباره وضعیت سلامتی بسیاری از جانوران از جمله ماهی فراهم می‌کند [۱۹]. پارامترهای خونی و سرمی ماهی در پاسخ آن به محیط و بالعکس اثرگذار است. این شاخص‌ها در پاسخ به شرایط نامساعد مؤثر بوده و می‌توانند اطلاعات تشخیصی قابل توجهی را در شرایط غیراستاندارد فراهم کنند [۳].

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان مغناطیس تا ۱۵۰۰ گاوس میزان کورتیزول افزایش معنی‌داری پیدا کرده و در تیمار ۲۵۰۰ گاوس این مقدار کاهش یافته و با شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد و مجدداً در تیمار ۳۵۰۰ گاوس افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. در واقع اثر مغناطیس بر روی میزان کورتیزول خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از الگوی خاصی تبعیت نکرد. همانند سایر مهره‌داران، استرس‌های محیطی تأثیر مهمی بر تعادل دینامیکی ماهی داشته و هنگامی که ماهی در طول دوره پرورش تحت تأثیر استرس مداوم قرار گیرد با تحریک محور بخش قشری فوق کلیه- هیپوفیز- هیپوتالاموس سطح کورتیزول خون افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش سطح کورتیزول خون می‌تواند به عنوان یک سیگنال هوشمند در ماهیان تحت استرس در نظر گرفته شود [۲۰].

همچنین نتایج میزان گلوکز خون در تیمار ۲۵۰۰ گاوس نسبت به سایر تیمارها و تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر بود که با یافته‌های به دست آمده بر روی سطوح مختلف مغناطیس بر روی ماهی تیلاپیا همخوانی داشت [۲۱]. در واقع افزایش میزان گلوکز می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش هورمون کورتیزول در خون و در زمان استرس تولید قند و مصرف گلیکوژن کبد افزایش یافته و به همین دلیل برای تأمین انرژی بیشتر، گلوکز خون به طور ناگهانی افزایش می‌یابد [۲۲]. بنابراین احتمالا استفاده از مغناطیس در سطح ۳۵۰۰ گاوس در ماهی قزل‌الای رنگین‌کمان با افزایش کورتیزول و گلوکز می‌تواند متاثر از ایجاد شرایط استرسی برای آن‌ها باشد.

افزایش غلظت کورتیزول خون تحت تأثیر شرایط استرس منجر به سرکوب سیستم ایمنی حیوانات آبزی می‌شود که به نوبه خود پارامترهای بیوشیمیایی خون از قبیل فعالیت لیزوزیم و مقدار پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پروتئین پلاسما منجر به ثبات پی اچ، فشار اسمزی و انتقال بیلی‌روبین، اسیدهای چرب، کلسترول و فسفاتید می‌شود [۲۲]. افزایش در میـزان پـروتئین، تاحد زیادی افـزایش میزان ایمنی ذاتی را منعکس می‌کند [۲۳]. در این مطالعه میزان پروتئین کل پلاسمادر تیمار ۲۵۰۰ و ۳۵۰۰ گاوس نسبت به تیمارهای شاهد و ۱۵۰۰ گاوس افزایش معنی‌داری داشت و همچنین در تیمار شاهد پایان دوره میزان پروتئین کل خون نسبت به ابتدای دوره پرورش افزایش معنی‌داری داشت. سانو (۱۹۶۰) بیان کرد که میزان پروتئین تام در ماهیان انگشت قد، کمتر از ماهیان بزرگتر بود و همزمان با رشد میزان پروتئین تام پلاسماخون نیز افزایش یافت [۲۴]. همچنین میزان پروتئین کل پلاسماخون با افزایش سن زیاد می‌شود و این میزان در زمان تولید مثل به دلیل مصرف شدن، کاهش می‌یابـد. بنابراین علت اختلاف معنی‌دار مقدار پروتئین کل در ابتدا و انتهای دوره پرورش می‌تواند به علت رشد ماهی در این مدت باشد. افزایش معنی‌دار میزان پروتئین کل در تیمارهای تحت مغناطیس بالاتر مغایر با نتایج به دست‌آمده بر ماهی تیلاپیا

تحت تاثیر سطوح مختلف مغناطیس بود و احتمالا به این معناست که استفاده از مغناطیس تا سطح ۲۵۰۰ نمی‌تواند به عنوان یک استرسور برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان باشد.

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که سطوح مختلف آب مغناطیسی در دوره پرورش منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت لیزوزیم در مقایسه با تیمار شاهد شد. میزان لیزوزیم پلاسماکه شاخص بسیار مهمی در ایمنی هومورال محسوب می گردد به ترتیب در تیمارهای ۲۵۰۰، ۳۵۰۰ و ۱۵۰۰ نسبت به گروه شاهد افزایش داشته است و اختلاف آماری معنی‌داری را نشان می دهد. لیزوزیم یکی از پارامترهای دفاع غیراختصاصی و از جمله آنزیم‌هایی است که در شرایط استرس‌زا به عنوان یک پروتئین فاز حاد عمل کرده و نقش آن در مبارزه با عفونت‌های مختلف ماهیان گزارش شده است [۲۵] که براساس نتایج می‌توان گفت تیمارهای مغناطیسی اهمیت بسزایی در ارتقاء سیستم ایمنی ماهیان داشتند.

در این مطالعه میزان آنزیم‌های کبدی همزمان با افزایش میزان مغناطیس (گاوس) در خون به طورکلی کاهش معناداری نسبت به تیمار شاهد داشتند که مغایر با یافته‌های مطالعه بر روی اثر سطوح مختلف مغناطیس (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ تسلا) بر روی پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی تیلاپیا بود [۲۱]. این یافته‌ها همچنین با نتایجی که بر میزان AST پلاسما خون ماهیان تحت تاثیر فلزات سنگین انجام شد، مغایرت داشت [۲۶]. کبد به عنوان ارگان حیاتی در ماهیان برای جذب، سازگاری، حمل و نقل زیستی و ترشح مواد سمی در تیمارهای تحت حاد می‌باشد. از اینرو، بررسی میزان آنزیم‌های کبدی همانند آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز برای هپاتوتوکسیتی ناشی از مواد سمی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است [۲۷]. آسپارتات آمینوترانسفراز می‌تواند در شرایط نرمال به صورت اندک در سیتوسل سلول‌های کبدی یافت شود ولی در زمان آسیب سلولی مقدار آن در پلاسماخون افزایش می‌یابد [۲۸]. افزایش مقادیر آلکالین فسفاتاز نیز نشان‌دهنده ترشح ناقص صفراست که ناشی از پایین بودن غذای خورده شده تحت شرایط استرسی در ماهیان می‌باشد [۲۸].

نتیجه‌گیری

براساس آنچه ذکر شد، می‌توان گفت استفاده از سطوح مختلف آب مغناطیسی تا سطح ۲۵۰۰ گاوس نه تنها به عنوان یک استرسور نبوده بلکه می‌تواند منجر به بهبود رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و همچنین بهبود عملکرد برخی شاخص‌های سلامتی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان شود.

تشکر و قدردانی: از آقای مهندس اسماعیلی مدیرعامل شرکت پویش آب صنعت سلطان به جهت تامین مگنتایزر تشکر و قدردانی می‌گردد.

تأییدیه‌های اخلاقی: موردی توسط نویسندگان ذکر نشده‌است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان ذکر نشده‌است.

سهم نویسندگان: موردی توسط نویسندگان ذکر نشده‌است.

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان ذکر نشده‌است.

منابع

1- Carbajal-Hernandez JJ, Sanchez-Fernandez LA, Villa-Vargas JA, Carrasco- Ochoa and Martínez-Trinidad JF. Water quality assessment in shrimp culture using an analytical hierarchical process. Ecological Indicators 2013; 29:148–158.

2- Bullock TH. Electromagnetic sensing in fish. Journal of Neuroscience Research.1977;15:17–22.

3- Gabrielli C, Jaouhari R, Maurin G, Keddam M. Magnetic water treatment for scale prevention. Water Research. 2001; 35(13): 3249-3259.

4- Krzemieniewski M, Debowski M, Janczukowicz W, Pesta J. Changes of tap water and fish-pond water properties induced by magnetic treatment. Polish Journal of Natural Science. 2003;14: 459-474.

5- Lebkowska M. Effect of constant magnetic field on the biodegrade ability of organic compounds. Warsaw University of Technology Publishing House. 1991; 53 (3): 120-131.
6- Chew GL, Brown GE. Orientation of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in normal and null magnetic fields. Canadian Journal of Zoology. 1989; 67(3): 641-643.
7- Formicki K, Perkowski T. The effect of a magnetic field on the gas exchange in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* embryos (Salmonidae). Italian Journal of Zoology. 1998; 65: 475-477.
8- Formicki K, Tanski A, Sadowski M, Winnicki, A. Effects of magnetic fields on fake net performance. Journal of Applied Ichthyology. 2004; 20(5): 402-406.
9- Tanski A, Formicki K, Korzelecka-Orkisz A. Spatial orientation of fish embryos in magnetic field Electron. Journal of Ichthyology. 2005; 1: 21-34.
10- Sadowski M, Winnicki A, Formicki K, Sobocinski A, Tanski A. The effect of egg shells of salmonid fishes. Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 2007; 37:129-135.
11- Winnicki A, Korzelecka-Orkisz A, Sobocinski A, Tanski A, Formicki K. Effects of the magnetic field on different forms of embryonic locomotor activity of northern pike*, Esox lucius* L. Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 2004; 34(2):193-203.
12- Formicki K, Bonisławska M. Jasinski M. Spatial orientation of trout (*Salmo trutta L.*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) embryos in natural and artificial magnetic field. Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 1997; 27;29–40.
13- Hossain MS, Koshio S, Ishikawa M, Yokoyama S, Sony NM. Dietary supplementation of uridine monophosphate enhances growth, hematological profile, immune functions and stress tolerance of juvenile red sea bream, Pagrus major. Aquaculture.2017;475: 29-39.
14- Flynn SR, Matsuka M, Martin robchaud DJ, Benfey TJ.Gynojenesisin shortnose starjeon ,*Acipenser brevirostrum Lesuere.* Aquaculter. 2006; 253:721-727.
15- Krzemieniewski M, Dobrzynska A, Janczukowicz W, Pesta J, Zielinski M. Influence of constant magnetic field on intensity of hydroxyl radicals generation in Fenton's reaction. Chemist, 2002; 1:12-15.
16- Ghobadi Sh, Matinfar A, Nezami ShA. Soltani M. Influence of supplementary enzymes Avizyme on fish meal replacement by soybean meal and its effects on growth performance and survival rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fisheries 2009; 3(2): 11-22. (In Persian).
17- Harikrishnan R, Kim J, Balasundaram C, Heo M. Immunomodulatory effects of chitin and chitosan enriched diets in *Epinephelus bruneus* against Vibrio alginolyticus infection. Aquaculture 2012; 326:46- 52.
18- Ellis AE. Lysozyme assay. Techniques in Fish Immunology. SOS Publication, Fair Haven, New Jersey. 1990; 101-103.
19- Bani A, Haghi-Vayghn A. Temporal variations in haematological and biochemical idoicess of the Caspian Kutum. *Rutilus frisii kutum*. Ichthyology Research. 2011; 58:126-133.
20- Xie J, Liu B, Zhou Q, Su Y, He Y, Pan L, Ge X, Xu P. Effects of anthraquinone extract from rhubarb Rheum officinale Bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian. Aquaculture. 2008; 281:5-11.
21- Hassan SM, Sulaimman MA. Abdul Rahan R, Kamaruddin R. Effects of long term and continuous magnetic field exposure on the water properties, growth performance, Plasma biochemistry and body composition of Tilapia in a recirculating aquaculture system. Aquacultural Engineering. 2018; 1-22.
22- Liu F, Shi H, Guo Q, Yu Y, Wang A, Lv F, Shen W. Effects of astaxanthin and emodin on the growth, stress resistance and disease resistance of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). Fish and Shellfish Immunology. 2016; 51:125-135.
23- Svetina A, Matasin Z, Tofant A, Vucemilo M, Fijan N. Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. Acta Veterinaria Hungarica, 2002; 50: 459-467.
24- Sano T. Haematological studies of the culture fishes in Japan 3. Changes in blood constituents with growth of Rainbow trout. Journal of the Tokyo University of Fisheries. 1960; 46:78-87.
25- Swain P, Nayak SK. Role of maternally derived immunity in fish. Fish and Shellfish Immunology. 2009;27: 89-99.

26- Kim SG, Kang JC. Effect of dietary copper exposure on accumulation, growth and hematological parameters of the juvenile rockfish, Sebastes schlegeli. Mar. Environment Research. 2004;58: 65- 82.
27- Datta S, Saha DR, Ghosh D, Majumdar T, Bhattacharya S, Mazumder S. Sub-lethal concentration of arsenic interferes with the proliferation of hepatocytes and induces in vivo apoptosis in *Clarias batrachus L.* Comparative Biochemistry and Physiology;C. 2007; 36(4):538-545.
28- Hu Y, Huang Y, Zhong L, Xiao TY, Wen H, Huan ZL, Mao XW, Li JL. Effects of ammonia stress on the gill Na+/K+-ATPase, microstructure and some serum physiological-biochemical indices of juvenile black carp (*Mylopharyngodon piceus*). Journal of Fishery Sciences of China. 2012. 132: 330-321.

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 9, Issue 3, Summer 2020
Pages: 212-221

The effect of magnetized water on blood biochemical parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Fatemeh Moshayedi[1], Seyed Vali Hosseini[2*], Gholamreza Rafiee[3]

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj PO Box 4314, Iran.

A B S T R A C T

In the present study, the effect of different levels of magnetized water on the biochemical parameters of rainbow trout was investigated. 120 rainbow trout with mean weight (150±7 gr) were introduced to 12 tanks (500 L). Magnetizers in different intensities including 1500, 2500 and 3500 Gauss (3 replicates per treatment) were installed at the entry of every tank. Experimental period was eight weeks. The blood sampling was done at the beginning and end of the study to evaluate the biochemical blood parameters like Glucose, Lysozyme, total protein, Cortisol, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP). The results showed that the magnetized water had a significant effect on the biochemical parameters of the rainbow trout blood ($P<0.05$). Totally, the liver enzymes (ALT, AST and ALP) decreased significantly ($P<0.05$) with increasing of the magnetic intensity compared to the control treatment and in the case of lysozyme and total protein significantly increased ($P<0.05$). The effect of magnetized water on stress-related parameters did not follow a specific pattern, however, the amount of glucose and cortisol in 2500- gauss treatment was 55.50±0.86 mg/dl and 11.65±0.08 ng/ml, respectively in which was decreased significantly ($P<0.05$). In conclusion, some blood parameters of rainbow trout improved using different intensities of the magnetized water up to 2500 gauss.

ARTICLE TYPE
Original Research

ARTICLE HISTORY
Received: 05 May 2020
Accepted: 10 November 2020
ePublished: 15 December 2020

KEYWORDS: Magnetized Water, Biochemical Parameters, Rainbow Trout.

* Corresponding Author:
Email address: hosseinisv@ut.ac.ir
Tel: +98 26 32223044
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513