کاربرد میدان‌های مغناطیسی ثابت بر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب و تاثیر آب مغناطیسی‌شده بربیوفیزیولوژیماهی طلایی(*Carassiusauratus*)

محمود بهمنی[۱*]، محمد آقا کوچکی[۲]، محمد تکریمی‌نیاراد[۳]

۱-عضو هیات علمی موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر

۲-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات گیلان

۳-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

*mahmoudbahmani@ymail.com

تاریخ دریافت:دی ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

از آنجا که امروزه یکی از مهمترین عوامل موثر در آبزی‌پروری، کمیت و کیفیت آب می‌باشد لذا ضرورت دارد تا با بهره‌گیری از الگوهای کاربردی نسبت به ارتقای بازده تولید اقدام نمود. در این راستا، مغناطیسی‌نمودن آب از روشهای نوین جهانی در آبزی‌پروری بشمار می‌رود. به‌طوری‌که در این تحقیق به مطالعه اثرات میدان مغناطیسی ثابت با شدت‌های ۰، ۵، ۱۵ و۲۵ میلی‌تسلا بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب و بررسی تاثیر آب مغناطیسی شده بر میزان استرس و بازماندگی ماهی طلایی *(Carassius auratus)* در فواصل ماه‌های فروردین تا آذر سال ۱۳۹۲پرداخته شد. تعداد ۱۸۰ عدد ماهی طلایی با میانگین وزن ۴۸ گرم در قالب ۳ تیمار با آب مغناطیسی‌شده با شدت ۵، ۱۵،۲۵ میلی‌تسلا و یک تیمار به عنوان گروه شاهد بدون تاثیر میدان مغناطیسی (۰ میلی‌تسلا) انجام پذیرفت. هر تیمار مشتمل بر سه تکرار و ۱۵ عدد ماهی بود. نکته حائز اهمیت در اطلاعات ثبت شده از برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر TDS، NO_2، NO_3، NH_4^+و O_2، حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد با سایر تیمارها می‌باشد ($p<0.05$). همچنین شاخص هورمونی (کورتیزول) سرم خون، اختلاف معنی‌داری ما بین تیمارها مشاهده شد ($p<0.05$). نتایج حاصل مبین بهبود شاخص‌های اساسی نظیر کیفیت آب، بازماندگی بالاتر و تاخیر در روند رسیدگی جنسی در تیمارهای تحت تاثیر آب مغناطیسی نسبت به ماهیان تیمار آب غیر مغناطیسی بود به‌طوری‌که این یافته‌ها می‌تواند نویدبخش ارائه راهبردهای مناسب کاربردی در سیستم‌های پرورش و نگهداری ماهیان زینتی و ارتقای موضوع آبزی‌پروری در این خصوص در کشور باشد.

کلمات کلیدی: آب مغناطیسی، رشد، شاخص‌های فیزیولوژی، ماهی طلایی، *Carassius auratus*

مقدمه

امروزه با توجه به کاربرد تکنولوژی در سطوح مختلف محیط زیست و بویژه اکوسیستم‌های شکننده نظیر دریاها، ضرورت دارد تا توجه درخوری به الگوهای مرتبط به ویژه در زمینه امواج مغناطیسی و الکترومغناطیس و اثرات آنها بر آبها و نیز ماهیان که به عنوان مهمترین جانوران محیط زیست آبی با جنبه‌های اقتصادی و غذایی بشمار می‌روند معطوف گردد. به‌طوری‌که

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

انتظار می‌رود در چرخه زیستی، نقش این عوامل بر مصرف‌کنندگان و به ویژه انسان نیز قابل تحلیل و ردیابی باشد. تاثیرات امواج الکترومغناطیسی بر موجودات زنده در قالب یک طرح آزمایشگاهی از دو منظر مستقیم و غیر مستقیم قابل بررسی است. در زمینه تاثیرات مستقیم، می‌توان به مطالعاتی که بر روی تاثیراتمنفی این امواج بر باروریموش توسط دستگاه‌های تولیدکننده امواج مغناطیسی در قالب یک چارچوب بهصورتمقطعی وارد و به اثبات رسیدهویا در بخش کشاورزی به تاثیراتی که تابش میدان مغناطیسی ثابت به صورت مقطعی به‌طور معنی‌داری بر متوسط زمان جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم گذاشته، اشاره کرد.

در آبزیان نیز تاکنون بیشترین مطالعات صورت گرفته به تاثیرات مستقیم این امواج اختصاص داشته و معطوف به مطالعات رفتاری آنها بوده است. تأثیر میدان مغناطیسی مبنی بر رفتار گونه‌های آزاد ماهیان گزارش شده است. قزل‌آلای رنگین‌کمان ارجحیت جهت‌یابی را به خوبی نشان داده بطوریکه محدوده جهت‌یابی، آنها را به سمت شمال مغناطیسی هدایت می‌کند.

برخی از گونه‌های ماهیان قادرند در حضور میدان مغناطیسی آموزش داده شوند. ماهیAbaرا میتوان جهت تغذیه وابسته به حضور میدان مغناطیسی در آکواریوم تربیت نمود. سفره ماهیان گرد نیز قادرند تربیت یافته تا نظیر تون زرد باله بین محرک‌های مغناطیسی تبعیض قائل شده و آنها را شناسایی نمایند (بهمنی، ۱۳۹۰ب).

از تاثیرات غیر مستقیم این امواج میتوان در حیطه کشاورزی به تاثیراتی که بر گیاهان از طریق آبیاری با آب مغناطیسی شده گذاشته اشاره کرد، به عنوان مثال نتایج برخیآزمایش‌ها نشان داده است که میدان الکترومغناطیسی می‌تواند مراحلی از رشد گیاه مانند درصدجوانه زنی وسرعت سبزشدن راافزایش دهد (Amaya *et al.*,1996). در مورد آبزیان می‌توان به میزان تاثیرآب مغناطیسی بر عملکرد تخم‌گشایی و تلفات ماهی سفیدو کپور تالابی در انکوباتورهای ویس اشاره کرد که طی این تحقیق کاهش ۲درصدی لقاح وکاهش ۲۰.۶درصدی تلفات در ماهی سفید و همچنین افزایش ۴درصدی لقاح وکاهش ۲۲درصدی تلفات در ماهی کپور تالابی را در پی داشت (تکریمی، ۱۳۹۰). همچنین لاروهای تازه از تخم درآمده قزل‌آلای رنگین‌کمان که در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفتند با میانگین طول ۱۲/۷۷ میلی‌متر و میانگین وزن ۶۱/۳ میلی‌گرم بطور متوسط بزرگتر و سنگین تر نسبت به کنترل بودند (بهمنی، ۱۳۹۰ب).

برخی محققین معتقدند که مغناطیسی‌کردن آب یک امر به صرفه و تاثیرگذار بر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب می‌باشد (Kozic & Krope;2006). لذا با بررسی تاثیرات آب مغناطیسی بر ماهی طلایی می‌توان عملکرد آن را بر فاکتورهای بسیار موثری نظیر کورتیزول خون و بازماندگی، این گونه مشخص نمود. بدیهی است نتایج حاصل در طراحی ایده‌های نوین در صنعت آبزی‌پروری حائز اهمیت خواهد بودواز آنجا که کیفیت آب در کارگاه‌های تکثیر وپرورش آبزیان بسیار مهم و به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل و عمدتا مشکلات تکثیرکنندگان و پرورش‌دهندگان محسوب می‌شود وبا توجه به اقتصادی بودن این امر، می‌توان به عنوان یک راه کار مناسب در آبزی‌پروری توصیه شود.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این طرح، تعداد ۲۰۰ عدد ماهی طلایی ماده، پس از جداسازی از ماهی‌های نر، با میانگین وزنی ۴۸ گرم انتخاب شد.پس از ضدعفونی‌کردن با حمام کوتاه مدت محلول کلرید سدیم، ماهی‌های گروه تیمار به منظور سازگاری با دوزهای قوی‌تر ابتدا به یک حوضچه پلاستیکی ۱۰۰۰ لیتری که با دوز ۳ میلی تسلا تحت تشعشع قرار داشت معرفی و مابقی، بدون در نظر گرفتن تشعشع به آکواریوم‌هایی با ظرفیت ۱۶۰ لیتر انتقال یافتند.از تعداد ۸ عدد مگنت ferit در سایز ۵۰ *۴۰ *۲۰ مدل y35و قدرت ۴۱۰۰goos به تعداد دو عدد برای هر باکس که قطب‌های Nو S آنها روبروی هم تعبیه شد استفاده شد. سنسور حساس تسلامتر(extech مدل ۴۸۰۸۲۶ با دقت ۲۰۰۰میکرو تسلا، ساخت کشور آمریکا) در فاصله کانونی هر جفت مگنت نگهداشته شد تا با تغییر فاصله بین هر جفت، دوزهای شدت میدان مغناطیسی ۳، ۵، ۱۵، ۲۵ میلی‌تسلا در صفحه نمایش تسلامتر نمایان و فاصله مشخص هر جفت مگنت با توجه به دوز آن به دست آید. سپس هر جفت روی چهار چوب‌های از جنس پلکسی که به‌وسیله لیزر با دقت ۰.۱ میلی متر برش داده شده بود، توسط چسب ثابت شد.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

با عبور لوله آب پلاستیکی 1.5cm از مرکز چارچوب و با پمپاژ آب از داخل لوله که توسط واتر پمپ HAILEAمدل HX-4500ساخت چین انجام گرفت، طراحی باکس‌ها برای تولید آب مغناطیسی کامل گردید.

نصب و راه‌اندازی آکواریوم‌ها ۲۴ ساعت قبل از معرفی ماهی‌ها آبگیری شده و توسط پمپ هوا، هوادهی شدند وآکواریوم‌ها به مخازن مادر که تحت تشعشع میدان مغناطیسی جداگانه بودند متصل شد. آکواریوم‌ها به صورت سیستم مدار بسته با چرخش آب درون سیستم که ورودی آب به وسیله شیر کنترل در هر آکواریوم ۳ لیتر در دقیقه تنظیم گردید. هر گروه به‌طور جداگانه تحت تشعشع با دزهای ۵،۱۵و۲۵ میلی‌تسلا قرار گرفت. هر آکواریوم توسط یک بیوفیلتر ابری فیلتر شد. فاکتورهای آب مانند دما، pH، سختی، آمونیاک، نیتریت و نیترات اندازه‌گیری و در نهایت پس از یک هفته سازگارشدن ماهی‌ها با شرایط کارگاه به تعداد ۱۵ عدد ماهی ماده به هر تانک معرفی شد. همچنین ماهی‌های گروه شاهد در آکواریوم‌های بدون تشعشع و تنها با چرخش آب قرار داده شدند.

جهت تعیین شدت جریان‌های مورد نظر برای این آزمایش، بر اساس مطالعاتی که انجام شد شدت میدان مغناطیسی۵ میلی‌تسلا، ۱۵ میلی‌تسلا و ۲۵ میلی‌تسلا انتخاب گردید. دوزهای فوق به وسیله مگنت‌هایی که در مسیر جریان آب، از ۳ منبع آب جداگانه نصب شده بود تابش گردید و آب هر منبع به ۳ آکواریوم که هر کدام به عنوان تکرار آزمایش محسوب شدند پمپ گردید. تیمار شاهد بدون در نظرگرفتن شدت میدان مغناطیسی و تنها با چرخش آب درون سیستم در نظر گرفته شد. هر تیمار شامل ۱۵ عدد ماهی ماده بوده و ماهیان به مدت ۴۲ روز در این تیمارها نگهداری شدند.

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، pH، سختی، اکسیژن، آمونیاک، نیتریت و نیترات به‌صورت روزانه اندازه‌گیری گردید .میانگین Ph به وسیله دستگاه pH متر مدل-CR 1001 ساخت شرکت coral reef کره با دقت ۰/۱ppm و میزان دما و سختی آب توسط دستگاهTDS متر و دماسنج مدل COM-100 ساخت شرکت HM.DIGITAL آمریکا، با دقت ۰/۱ppm صورت پذیرفت همچنین اندازه‌گیری سطوح NH_4^+و O_2, NO_2NO_3 توسط کیت‌های اختصاصی شرکت تترا آلمان به‌انجام رسید.

پس از گذشت ۴۲ روز ماهی‌ها توسط توری صید و به وان‌های حاوی محلول عصاره گل میخک با غلظت۲۵ppm منتقل و بیهوش شدند و سپس خونگیری از محل ساقه دمی آنها به‌انجام رسید. با توجه به کمبود خون ماهی طلایی، خونگیری به روش pooling انجام شد به‌طوریه که نمونه خون ۵ ماهی از هر تیمار در یک لوله آزمایش، مخلوط و بلافاصله درون محفظه عایق حاوی یخ خشک نگهداری گردید. جداسازی سرم توسط دستگاه سانتریفیوژ۳۵۰۰ دور (rpm) و انتقال به لوله‌های میکروتیوب ۵cc و در دمای ۱۰- درجه سانتیگراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد.اندازه‌گیری سطوح هورمون کورتیزول به روش RIA (رادیوایمنواسی) و با استفاده از دستگاه LKB به‌انجام رسید (بهمنی و همکاران،۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰الف ;Bahmani *et al.*, 2014 ;Bahmani *et al*.,2001).

به‌منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها و تکرارها جهت تشکیل تیمارها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. درصورت نرمال بودن داده‌ها به منظور مقایسه آماری بین گروه‌ها در تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه way One anova و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances جهت مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. جهت مقایسه ۲ گروه (مقایسه بین مراحل ۱ و ۲ فاکتورهای خون) از آزمون Independent Samples T-Test استفاده شده است. همچنین به‌منظور بررسی همبستگی و ارتباط بین داده‌ها (فاکتورهای خون و آب) از آزمون ضریب همبستگی پیرسون Pearson Correlation استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار (SPSS نسخه ۱۷) و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۰۷ (۲۰۰۷) استفاده شد.

نتایج

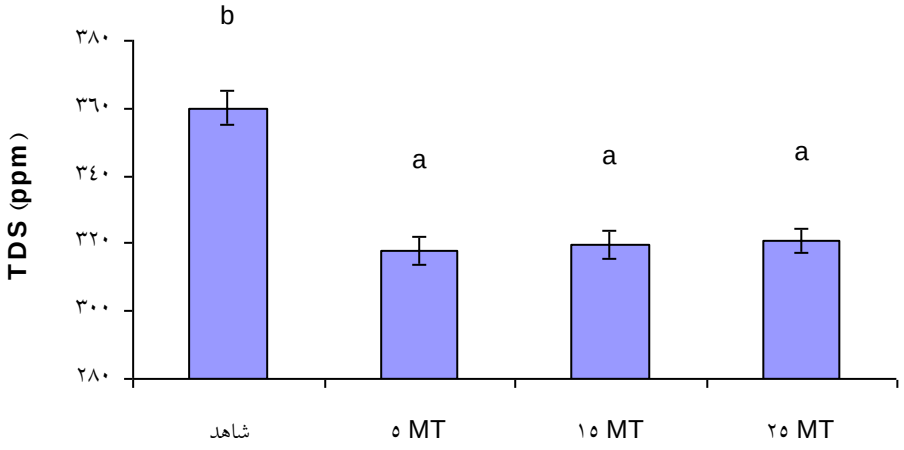
بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (OnewayAnova) به‌منظور مقایسه میزان تغییرات TDS آب پرورشی ماهیان بین تیمارها با شاهداختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P=0.000, df=3, F=21.249) و بر اساس آزمون دانکن

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

(Duncan) به‌منظور مقایسه گروه‌ها با یکدیگر و شاهد در طول دوره پرورش میزان TDS آب شاهد بیشتر از تیمارهای ۵، ۱۵ و ۲۵میلی‌تسلا بوده و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار آماری بین آنها با شاهد مشاهده گردید ($P<0.05$) (نمودار ۱).

جدول ۱: مقایسه میانگین TDS در شاهد و تیمارهای مختلف

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
TDS	شاهد	۳۶۰ ±۵/۰۹^{b}	۳۳۰	**۳۶۸**
(ppm)	۵ میلی‌تسلا	۳۱۷/۸۶ ±۴/۴۲^{a}	۳۰۰	**۳۳۱**
	۱۵ میلی‌تسلا	۳۱۹/۵۷ ±۴/۲۷^{a}	۳۰۲	**۳۳۳**
	۲۵ میلی‌تسلا	**۳۲۰/۸۵ ±۳/۷۵^{a}**	**۳۰۵**	**۳۳۱**



نمودار ۱: مقایسه میانگین TDS در شاهد و تیمارهای مختلف

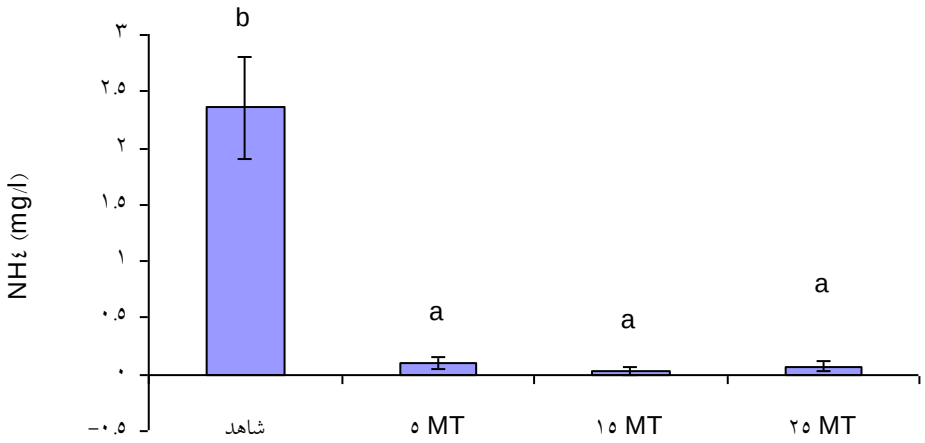
بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One way Anova) به منظور مقایسه میزان تغییرات NH_4^+ آب پرورشی ماهیان بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P=0.000, df=3, F=25.510$). و بر اساس آزمون دانکن (Duncan) به منظور مقایسه گروها با یکدیگر و شاهد در طول دوره پرورش میزان NH_4^+ آب شاهد بیشتر از تیمارهای ۵، ۱۵و ۲۵ MT بوده و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار آماری بین آنها با شاهد مشاهده گردید ($P<0.05$) (نمودار ۲).

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

جدول ۲: مقایسه میانگین NH_4^+ در شاهد و تیمارهای مختلف

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
NH_4^+	شاهد	۲/۳۵ ±۰/۴۴^b	۰	۳
(mg/l)	۵ میلی‌تسلا	۰/۱۱ ±۰/۰۵^a	۰	۰/۲۵
	۱۵ میلی‌تسلا	۰/۰۴ ±۰/۰۳^a	۰	۰/۲۵
	۲۵ میلی‌تسلا	۰/۰۷ ±۰/۰۴^a	۰	۰/۲۵



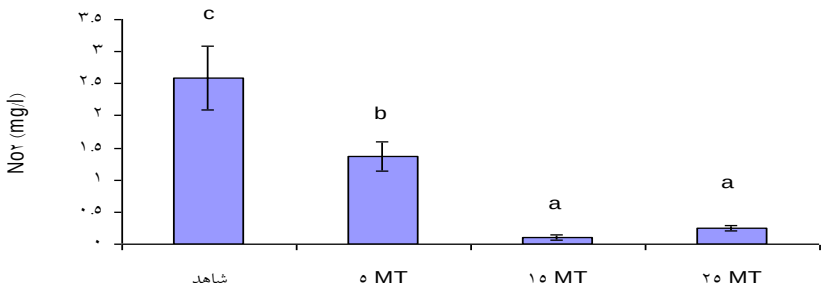
نمودار۲: مقایسه میانگین NH_4 در شاهد و تیمارهای مختلف

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (One way Anova) به منظور مقایسه میزان تغییرات NO_2 آب پرورشی ماهیان بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P=0.000, df=3, F=017.786). و بر اساس آزمون دانکن (Duncan) به‌منظور مقایسه گروها با یکدیگر و شاهد در طول دوره پرورش میزان NO_2 آب شاهد بیشتر از تیمارهای۵، ۱۵و ۲۵ MT بوده و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) آماری بین آنها با شاهد مشاهده گردید (نمودار ۳). کمترین میزان NO_2 در آب پرورشی تیمارMT ۱۵ مشاهده گردید.

جدول ۳: مقایسه میانگین NO_2در شاهد و تیمارهای مختلف

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
NO_2	شاهد	۲/۵۸ ±۰/۴۹^c	۰	۳/۳
(mg/l)	۵ میلی‌تسلا	۱/۳۷ ±۰/۲۳^b	۰	۱/۶
	۱۵ میلی‌تسلا	۰/۱۰ ±۰/۰۴^a	۰	۰/۳
	۲۵ میلی‌تسلا	۰/۲۵ ±۰/۰۴^a	۰	۰/۳

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

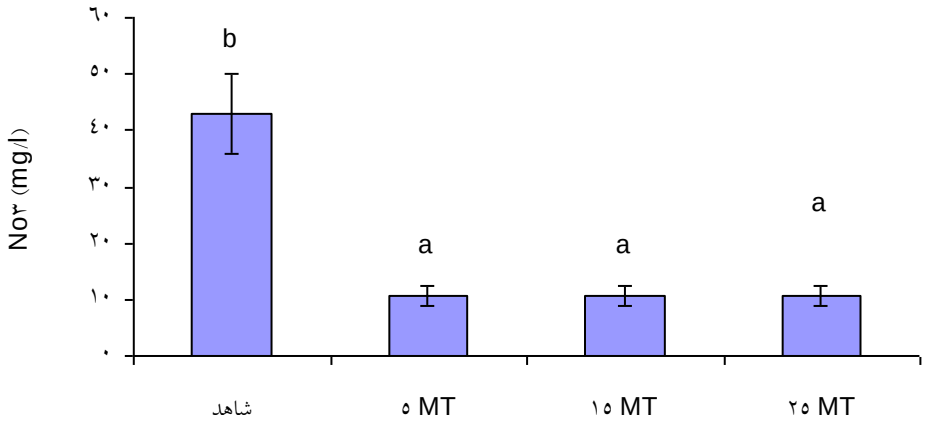


نمودار ۳: مقایسه میانگین NO_2در شاهد و تیمارهای مختلف

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way Anova) به منظور مقایسه میزان تغییرات NO_3 آب پرورشی ماهیان بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P=0.000, df=3, F=17.053$). و بر اساس آزمون دانکن (Duncan) به‌منظور مقایسه گروه‌ها با یکدیگر و شاهد در طول دوره پرورش میزان NO_3 آب شاهد بیشتر از تیمارهای ۵، ۱۵و ۲۵ میلی‌تسلا بوده و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) آماری بین آنها با شاهد مشاهده گردید (نمودار ۴).

جدول ۴: مقایسه میانگین NO_3 در شاهد و تیمارهای مختلف

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
NO_3	شاهد	۴۲/۸۵ ±۷/۱۴^b	۰	**۵۰**
(mg/l)	۵ میلی‌تسلا	۱۰/۷۱ ±۱/۷۸^a	۰	**۱۲/۵**
	۱۵ میلی‌تسلا	۱۰/۷۱ ±۱/۷۸^a	۰	**۱۲/۵**
	۲۵ میلی‌تسلا	۱۰/۷۱ ±۱/۷۸^a	۰	۱۲/۵



نمودار 4: مقایسه میانگین NO_3 در شاهد و تیمارهای مختلف

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way Anova) به‌منظور مقایسه میزان تغییرات اکسیژن محلول آب پرورشی ماهیان بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P=0.000,df=3,$

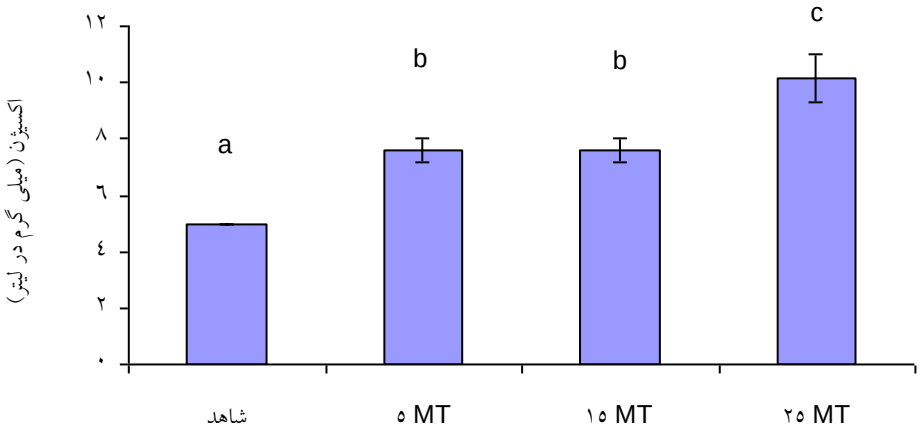
[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

F=16.000). بر اساس آزمون دانکن (Duncan) به‌منظور مقایسه گروه‌ها با یکدیگر و شاهد در طول دوره پرورش میزان اکسیژن محلول آب شاهدکمتر از تیمارهای ۵، ۱۵و ۲۵ میلی‌تسلا بوده و در تیمارهای مذکور به خصوص تیمار MT ۲۵ افزایش معنی‌داری($P<0.05$) نسبت به شاهد مشاهده گردید (نمودار۵).

جدول۵: مقایسه میانگین اکسیژن آب پرورشی در شاهد و تیمارها

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
O_2	شاهد	۵ ±۰/۴۲[a]	۵	**۵**
(mg/l)	۵ میلی‌تسلا	۷/۵۷ ±۰/۴۳[b]	۵	**۸**
	۱۵ میلی‌تسلا	۷/۵۷ ±۱/۷۸[b]	۵	**۸**
	۲۵ میلی‌تسلا	۱۰/۱۴ ±۰/۸۶[c]	۵	۱۱



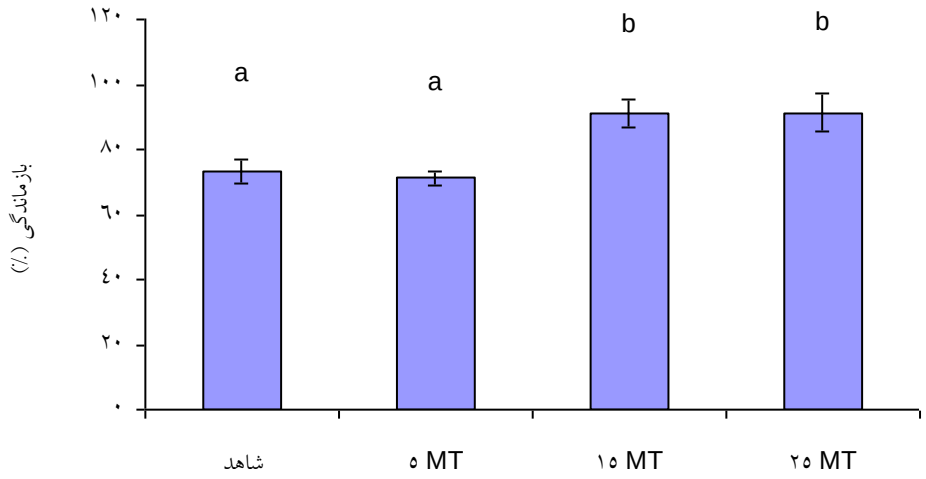
نمودار ۵: مقایسه میانگین اکسیژن آب پرورشی در شاهد و تیمارها

بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way Anova) به‌منظور مقایسه میزان بازماندگی بین تیمارها با شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P=0.016$, $df=3$, $F=6.407$). بر اساس آزمون دانکن (Duncan) به‌منظور مقایسه دو به دو گروها با یکدیگر میزان میانگین بازماندگی در تیمار۲۵ و ۱۵میلی‌تسلا بیش از سایر تیمارها بوده است و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) مشاهده گردید (نمودار ۶). نتایج نشان می‌دهند که تیمارهای ۲۵ و ۱۵میلی‌تسلا در پایان دوره از بازماندگی بیشتری برخوردار بودند.

جدول۶: مقایسه بازماندگی شاهد با تیمارها در پایان دوره

فاکتور	تیمار	خطای استاندارد ± میانگین	حداقل	حداکثر
بازماندگی(٪)	شاهد	۷۳/۳۳ ±۳/۸۵[a]	۶۶/۶	۸۰
	۵ میلی‌تسلا	۷۱/۱۱ ±۲/۲۲[a]	۶۶/۶	۷۳/۳
	۱۵ میلی‌تسلا	۹۱/۱۱ ±۴/۴۴[b]	۸۶/۶	۱۰۰
	۲۵ میلی‌تسلا	۹۱/۱۱ ±۵/۸۸[b]	۸۰	۱۰۰

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]



نمودار ۶: مقایسه بازماندگی شاهد با تیمارها در پایان دوره

بحث

در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب که متاثر از امواج مغناطیسی بوده است، میزان TDS آب در گروه شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد ($p<0.05$)، که با مطالعات Berezniki و همکاران (۲۰۰۷) و دیگر محققان در خصوص تاثیر امواج مغناطیسی بر کاهش سختی آب مطابقت دارد. از طرفی میزان اکسیژن در گروه شاهد کاهش معنی‌داری($p<0.05$) نسبت به تیمارها پیدا کرد($۵\pm۰/۴۲mg/l$)، این در حالی است که در تیمار ۲۵ میلی‌تسلا نیز افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) دیده شد ($۱۰/۱۴ \pm ۰/۸۶$)، که نتیجه حاصل‌شده را می‌توان به افزایش قدرت حلالیت آب مغناطیسی و به طبع آن افزایش حل‌شدن اکسیژن محلول در آب توجیه کرد که مطالعات محققین در گذشته را نیز تایید می‌کند (Belov,1988). میزان $NO3$،$NO2$،$NH4^+$ در تیمار شاهد افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) نسبت به تیمارهای شاهد آب مغناطیسی پیدا کرد به‌طوری‌که میزان این پارامترها در دیگر تیمارهایی تحت امواج مغناطیسی بودند به‌طور چشمگیری نسبت به شاهد کاهش داشته و حتی $NH4^+$ نزدیک به صفر ثابت ماند. باتوجه به این‌که تاکنون تحقیقی درخصوص تاثیر امواج مغناطیسی بر این پارامترهای آب مغناطیسی نگرفته است کمی تحلیل این موضوع نیاز به بررسی بیشتری دارد.

بر اساس مقایسه میزان بازماندگی بین تیمارها با شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($p<0.05$). بر اساس مقایسه دو به دو گروه‌ها با یکدیگر میزان میانگین بازماندگی در تیمار ۲۵ و ۱۵ میلی‌تسلا بیش از سایر تیمارها بوده است و به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) مشاهده گردید. در این مقایسه تیمار ۵ میلی‌تسلا تیمارشاهد به ترتیب بیشترین مرگ و میر را داشتند. بیشترین مرگ و میر تیمار ۵ میلی‌تسلا در هفته اول آزمایش رخ داد و طبق مشاهدات صورت گرفته به پریدن ماهیان این تیمار از تانک‌های خود مربوط می‌شد. گویا دوز ۵ میلی‌تسلا استرس زیادی به ماهیان این تیمار وارد کرده بود. البته نتایج به دست آمده از آزمایشات خون نشان داد که میزان کورتیزول خون این تیمار از بقیه تیمارها و گروه شاهد بیشتر بود که تاییدکننده این موضوع بود اما در مورد بالا بودن مرگ و میر گروه شاهد باید خاطر نشان کرد بیشتر تلفات این گروه پس از بیهوشی و خونگیری مربوط می‌شد. ممکن است بتوان این تفسیر را کرد که بازماندگی و یا به هوش‌آمدن ماهیان در آب مغناطیسی بیشتر و یا بهتر از آب ساده باشد.

میزان کورتیزول خون تیمار ۵ میلی‌تسلا افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) و با اختلاف زیاد نسبت به دیگر تیمارهای مغناطیسی و تیمارهای شاهد داشت با توجه به اینکه این هورمون در مواقع استرس ترشح می‌شود، احتمالا به ماهیان تیمار دوز ۵میلی‌تسلا استرس زیادی وارد شده که البته این موضوع با مشاهدات صورت گرفته مبنی بر پرش ماهیان این تیمار از تانک‌های خود مطابقت دارد .با توجه به اینکه انتظار می‌رفت استرس در تیمارهای ۱۵ و ۲۵ میلی‌تسلا با توجه به

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

شدیدتر بودن شدت میدان مغناطیسی، بالاتر برود اما مشاهده گردید با بالاتر رفتن شدت میدان مغناطیسی، استرس کمتر و به تبع آن میزان کورتیزول نیز کاهش یافت. گویا ماهی‌های تیمار ۱۵ و ۲۵ میلی‌تسلا با توجه به شدیدتر بودن شدت میدان مغناطیسی، خود را تسلیم آب مغناطیسی خود کرده و با شرایط خود را تطبیق داده‌اند.

منابع

بهمنی، م.؛ کاظمی، ر.؛ یوسفی‌جوردهی، ا.؛ حلاجیان، ع.؛ پوردهقانی، م. و دژندیان، س.، ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی امکان تکثیر مصنوعی ماهی ازون‌برون پرورشی (مولدسازی، تکثیر مصنوعی و تولید بچه‌ماهی از مولدین تاسماهیان پرورشی). انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۶ صفحه.

بهمنی، م.؛ یوسفی‌جوردهی، ا.؛ کاظمی، ر.؛ پوردهقانی، م.؛ حلاجیان،ع.؛ دژندیان، س. و جلیل پور، ج.، ۱۳۸۷. نوسانات فصلی هورمون‌های تستوسترون (T)، ۱۷ آلفا – هیدروکسی پروژسترون (17α- OHP) و ۱۷ بتا – استرادیول (E2) طی رسیدگی جنسی در ماهی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*) پرورشی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵-۷ :(۱۷)۴.

بهمنی، م.؛ کاظمی، ر.؛ یوسفی‌جوردهی، ا.؛ حلاجیان، ع.؛ پوردهقانی، م. و دژندیان، س.، ۱۳۹۰ الف. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مولدسازی و امکان تکثیر مصنوعی فیلماهیان (*Huso huso*) پرورشی. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۲ صفحه.

بهمنی، م. ۱۳۹۰ب. فیزیولوژی مغناطیس ماهیان، دیدگاهی نوین در تحقیقات علوم شیلاتی کشور. مجله دنیای آبزیان. ۱۰-۳ :(۳)۹.

تکریمی‌نیا راد،م؛ درویشی، ص؛ قناعت‌پرست،ا. ۱۳۹۰. بررسی اثرات ایجاد میدان مغناطیسی در تفریخ تخم ولارودر ماهیان استخوانی (ماهی سفید – کپور تالابی). ارائه‌شده در همایش آبزی‌پروری بندر انزلی.

نایب‌لویی،ف؛ کوچک‌زاده،م؛ موسوی‌خوشدل،م،۱۳۹۰. آبیاری با آب مغناطیسی به عنوان روش جدیدی در افزایش بهره‌وری کشاورزی. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی.

راس،ل.ج و راس،ب. ۱۳۸۴. فنون بیهوشی و تسکین در آبزیان. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات۱۰۷- ۱۰۹.

Amaya, J. M., Carbonell, M.V. Martinez, E. and Raya, A. 1996.Effects of stationarymagnetic fields on germination and growth of seeds.Hortic.Abst.68, 1363.

Bahmani, M., Kazemi, R. and Donskaya, P., 2001.A comparative study of some haematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*).Fish physiology and Biochemistry. 24(2): 135-140.

Bahmani, M. ; Yousefi, A. ;Pourdehghani, M.; Kazemi, R. ; Halajian, A. ; Dejandian, S., 2014.Maturation , propagation and physiology of farmed ship sturgeon (*Acipensernudiventris*).Journal of Veterinary Research. 60,18- 1

Baranyuk, G. V. 1981. Orientation of the catfish in uniform and nonuniform electric fields. Neuroscience and Behavioral Physiology. 11(5):459-463.

Basov, B. M. 1999. Behavior of sterlet *Acipenser ruthenus* and Russian sturgeon *A. gueldenstaedtii* in lowfrequency electric fields.Journal of Ichthyology. 39(9):782-787.

Basov, B. M. 2007. On electric fields of power lines and on their perception by freshwater fish. Journal of Ichthyology. 47(8): 656-661.

Belov G.D, Sidorevish N.G., and Golovarev V.T. 1988. Irrigation of farm crops with water treated with magnetic field. Soviet Agriculture Science. 3: 14-17.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]

Branch, B. 2007.Electromagnetic Method for Softening Natural Water.Russian Journal of Applied Chemistry.9 (80): 1604 -1605.

Cada, G., M. Bevelhimer, K. Riemer, and J. Turner. 2011. Effects on Freshwater Organisms of Magnetic Fields Associated with Hydrokinetic Turbines. ORNL/TM, 2011/244.Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.38P. + Appendix.

Formicki K., 1992 - Respiratory movements of trout (*Salmotrutta* L.) larvae during exposure to magnetic field. Acta. Ichthyol. Piscat., 22, 149-154.

Formicki K., Winnicki A., 1996.Effects of constant magnetic field on cardiac muscle activity in fish embryos.Publ. espec. Inst. esp. Oceanogr. 21, 287-292.

Formicki, K..and Winnicki, A. 1998. Reactions of fish embryos and larvae to constant magnetic fields. Italian Journal of Zoology, 65:S1, 479-482

Formicki, K., Sadowski, M., Tanski, A., Korzelecka-Orkisz, A., and Winnicki, A. 2004. Behaviour of trout (*Salmotrutta* L.) larvae and fry in a constant magnetic field.Journal ofApplied Ichthyology, 20, 290-294.

Gill, A. B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K. J. and Kimber, J. A. 2005. The potential effects ofelectromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore windfarm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review.Report to Collaborative Offshore Wind Research into the Environment (COWRIE) group, Crown Estates.

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J. and Wearmouth, V. 2009. COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. Commissioned by COWRIE Ltd (project reference COWRIE-EMF-1-06).

Kozic, V., krope, J., lipus, L. and ticar I. 2006.magnetic field analysis on electromagnetic water treatment device. Hungarian journal of veszprrem, 34, 51-54

Letovanec, P. 2001. The impact of electromagnetic fields on living organisms and their communities. Ekologia-Bratislava, 20, 382-386.

Nishi, T. and Kawamura, G. 2005. Anguilla japonica is already magnetosensitive at the glass eel phase. Journal of Fish Biology, 67, 1213-1224.

Normandeau, E., Tricas, T. and A. Gill. 2011. Effects of EMFs from Undersea Power Cables onElasmobranchs and Other Marine Species. U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean EnergyManagement, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE2011.

Wilkens, L. A. and M. H. Hofmann. 2005. Behavior of animals with passive, lowfrequencyelectrosensory systems. Chapter 9, In: Electroreception. T. H. Bullock, C. D. Hopkins, A. N. Popper, and R. R. Fay (eds). Springer Handbook of Auditory Research, Vol. 21.Springer. 472P.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2025-07-03]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1393.1.2.1.8]