Archive of SID

نشریه دامپزشکی
در
پژوهش و سازندگی شماره ۱۱۳ زمستان ۱۳۹۵

اثر میدان الکتریکی و شوری بر رفتار ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مقابل تله ماهی‌گیری

• **باقر امینیان فتیده (نویسنده مسئول)**
عضو هیئت علمی مرکز آموزش و تحقیقات جهاد کشاورزی گیلان
• **نیلوفر گل محمدی منجیلی**
دانشجوی کارشناسی ارشد
• **سعید شفیعی ثابت**
استادیار و عضو هیأت علمی
• **نیما وحدتی**
استادیار و عضو هیأت علمی
• **محمد ولی جعفری**
عضو هیات علمی دانشگاه غیر انتفاعی رودکی تنکابن

تاریخ دریافت: آذر ۹۴ تاریخ پذیرش: بهمن ۹۴

Email: baminiran@gmail.com

چکیده

ماهیگیری الکتریکی یکی از روش‌های مورد استفاده جهت نمونه برداری‌های تحقیقاتی از گونه‌های آبزیان در محیط‌های آب شیرین و رودخانه‌ای می‌باشد. همچنین در محیط‌های دریایی استفاده از میدان‌های الکتریکی جهت کاهش صید ضمنی و افزایش هدفمند فعالیت‌های صیادی بخصوص گونه‌های کفزیان متداول می‌باشد. شدت جریان الکتریکی و عوامل محیطی مثل غلظت شوری می‌تواند اثرات متفاوتی بر ماهی‌ها داشته باشد. بنابراین بررسی تغییرات رفتاری و اثرات فیزیکی احتمالی استفاده از جریان‌های الکتریسیته بر روی گونه‌های ماهیان هم از نظر زیست شناسی گونه‌ها و هم از جنبه تغییرات پراکنش جمعیت گونه‌های صید اهمیت زیادی دارد. مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی تغییرات رفتاری ماهی کپور معمولی پرورشی (*Cyprinus carpio*) در استخرهای آزمایشی و ایجاد میدان الکتریکی با ولتاژهای متغیر در میزان شوری آب متفاوت، در مقابل تله ماهیگیری انجام شد. با توجه به قدرت و نوع میدان در آب با رسانایی و درجه شوری متفاوت واکنش‌های رفتاری ماهی کپور از جمله فاصله گرفتن از منبع جریان الکتریکی، واکنش ترس، تشنج و در نهایت مرگ و میر ماهی‌ها زمانی که در محیط آزمایشی بودند بررسی شد. تیمارهای الکتریکی در این تحقیق ولتاژهای ۲۴۰، ۲۲۵، ۲۱۰، ۱۹۵، ۱۸۰، ۱۶۵، ۱۵۰،۱۳۵، ۱۲۰، ۱۰۵و۹۰ ولت در چهار غلظت شوری (۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر) بود. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش میزان شوری از (۸-۰) گرم در لیتر تاثیری در میزان فاصله ی ماهی کپور از منبع جریان نداشته است در حالی که با افزایش میزان ولتاژ تاثیر معنی‌داری روی فاصله ماهی از منبع جریان مشاهده شده است. همچنین در تمام میزان شوری‌های مورد بررسی حداکثر میزان تشنج در ماهی کپوردر ولتاژهای بالاتر از ۱۵۰ ولت مشاهده شد. مرگ ومیر در ولتاژهای بالا بویژه ۲۲۵ به بالا قابل مشاهده بوده. مطالعات بیشتر تکمیلی رفتارشناسی و بررسی اثرات احتمالی آلاینده‌های محیطی حاصل از فعالیت‌های انسانی شامل میدان الکتریکی حاصل از مکانیزاسیون استخرهای پرورش ماهی و فعالیت‌های صید و صیادی بر روی تغییرات رفتار، فعالیت‌ها و عکس‌العمل ماهیان در محیط‌های پرورشی و همچنین در برابر تله‌های ماهیگیری صید صنعتی پیشنهاد می‌شود. همچنین بررسی اثرات احتمالی آلاینده‌های زیستی در سطوح جمعیتی مختلف و بازخوردهای اکولوژیکی آلاینده‌ها نیازمند مطالعات آزمایشگاهی و میدانی بیشتر بر روی گونه‌های مختلف ماهی می‌باشد.

کلمات کلیدی: رفتارشناسی، کپور معمولی، صید الکتریکی، شوری، تله ماهیگیری

www.SID.ir

Archive of SID

● Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 113 pp: 100-108

Impact of electric field exposure and salinity on behaviour of common carp (*Cyprinus carpio*) during entanglement of fishing gear

By: Aminian Fatideh B. (Corresponding Author), Fisheries Technology Development, Mirza Kouchak Vocation and Higher Education Center for Fisheries Sciences and Technology, Guilan, Iran; Golmohammadi Manjili N., M.Sc. Student; Shafiee Sabet S., Associate Prof. and Member of Scientific Board; Vahdati N., Associate Prof. and Member of Scientific Board; Jafari M.V., Member of Scientific Board of Roudaki Non-profit University of Tonekabon.

Email: baminiran@gmail.com

Received: November 2015 Accepted: January 2016

Electric fishing is one of the research methods used for sampling of aquatic species in freshwater and riverine habitats. Also in the marine environment using electric fields to reduce by-catch species and increase targeted fishing activities specially is a common useful method on particular for benthoses species. Electric current density and environmental factors such as water salinity can have different effects on fish species. Therefore, the study of behavioral changes and possible physical effects of electrical currents on fish species are important in terms of biological aspects and changes in population distribution for target prey species. The present study aimed to investigate changes in behavior of common carp (*Cyprinus carpio*) in experimental pond condition using a variable voltage electric field in different water salinity during entanglement of fishing gear. Common carp behavioral reactions in response to the strength and conductivity of the electric field in the water with different salinity and temperature such as distance from the source of electric current, fear reactions, convulsions and ultimately death of the fish when they were in the test environment were measured. In this study electric field treatments include a range of voltages 240, 225, 210, 195, 180, 165, 150,135, 120, 105 and 90 V in four water salinity levels (0, 2, 4 and 8 g/l) , respectively. The results showed that an increasing of water salinity (0-8) g /l does not have a significant effect on the distance of carp from the electric source. While, the increase in voltage has significant impact on the distance of carp from the electric source. Also in all water salinity treatments the maximum convulsion has been recorded in voltages higher than 150 volts. Mortality was observed at higher voltages above 225 v. Further complementary behavioural studies are needed to investigate potential effects of anthropogenic environmental pollutions including electric fields, produced by commercial fish pond mechanization and fisheries gear developments on fish species behavioural changes in both growing ponds and commercial fisheries activities. Moreover, we suggest that to understand the effects of environmental pollutions at the community levels require more laboratory and field experiments on many fish species at individual levels.

Key words: Behavioral study, Common carp, Electric fishing, Salinity, Fishing gear

مقدمه

امروزه فعالیت‌های ماهیگیری و آبزی‌پروری به صورت مستقیم یا غیر مستقیم نقش اساسی در زندگی میلیون‌ها نفر در سراسر جهان ایفا می‌نماید. تخمین زده می‌شود ۴۳ میلیون نفر به صورت مستقیم به طور تمام وقت یا پاره وقت در تولید اولیه ماهی هم در صید طبیعی و یا در آبزی‌پروری مشغول بوده‌اند که ۸۶ درصد از این افراد در قاره‌ی آسیا زندگی می‌کنند (۱۳). بهره برداری بهینه از توانمندی‌ها و فرصت‌های محیطی با در نظر گرفتن تنگناها و تهدیدات موجود مهم‌ترین رکن برنامه‌ریزی و توسعه‌ی امور کشاورزی و منابع طبیعی بخصوص بخش شیلات می‌باشد (۱۲). شناسایی توانایی‌ها و تنگناها و ماهیگیری و مشخص کردن موقعیت راهبردی این بخش و در نهایت برنامه‌ریزی راهبردی کمک زیادی به محرومیت‌زدایی و تحقق توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطقی که مشغول صیدماهی هستند می‌نماید و موجب ایجاد یک اقتصاد شکوفا بر پایه‌ی فعالیت‌های ماهیگیری و صنایع تکمیلی در این بخش را دارا شوند (۳۹). بدون تردید ماهیان استخوانی از نقطه نظر تجاری، اقتصادی و تأمین بخش عمده‌ای از پروتئین مورد نیاز و همچنین اشتغال زایی و کسب درآمد و امرار معاش در زندگی قشر وسیعی از جامعه به خصوص افراد دارای مشاغل مرتبط با صید اهمیت به سزایی دارد (۱۵). در گذشته استعمال و کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

الکتریسیته در ماهیگیری به خصوص در آب‌های شیرین متداول بوده که در نتیجه موفقیت زیاد و نامحدود در استفاده و کاربرد صید الکتریکی در آب شیرین باعث پیروی و دنبال کردن پژوهش ها و تحقیقات در ارتباط با این موضوع در محیط‌های دریایی و صید صنعتی نیز گردیده است (۳۱، ۳۲، ۳۶). صید ماهی به وسیله الکترو شوکر یک روش استاندارد می‌باشد که به طور معمول به منظور جمع‌آوری ماهیان و اهداف مربوط به ارزیابی ذخایر توسط ماهی‌شناسان و زیست‌شناسان مورد استفاده قرار گرفته است (۱۰، ۳۱، ۳۲، ۴۸). این تفکر و اندیشه برگرفته از چگونگی تغییر رفتارهای ماهی ناشی از قرار گرفتن در معرض الکتریسیته مشابه شوک الکتریکی محدود تولید شده به وسیله‌ی گونه‌های ماهیان الکتریکی در طبیعت از سال‌های گذشته مورد آزمایش‌های میدانی قرار گرفته است. امروزه نحوه صید، یکی از دغدغه‌های آبزی پروری در ماهی است چراکه با صرف هزینه و زمان کم می‌توان کیفیت محصول را به نحو مطلوب حفظ کرد (۲۱). همچنین اهمیت استفاده از الکتریسیته در رودخانه‌های کم عمق، جوی‌های کوچک، دریاچه‌ها و استخرها شامل ارزیابی ذخایر و بازدید و بررسی سلامت ماهی‌ها و دورسنجی (Telemetry) و صید ذخیره‌ی بچه ماهی‌ها و حتی حذف و رفع گونه‌های نا مطلوب می‌باشد. از روش های‌جالب استفاده از میدان الکتریکی یا جریان الکتریسیته می‌توان به مسدود کردن مسیر مهاجرت و همچنین خارج کردن گونه‌های آبزیان بی‌مهره و سخت پوست از لا به لای گل یا آب‌های کدر اشاره کرد که می‌توان با قرار دادن میدان متناوب در دهانه‌ی یک تور ترال از خروج مجدد ماهیان جلوگیری و ایجاد تمرکز تجاری در مقابل دهانه ی تور ترال کرد (۴۸، ۴۹). کپور معمولی از ماهیان پرمصرف کشور می‌باشد. این ماهی پس از خروج از آب تا ساعت‌ها زنده می‌ماند و پس از تقلای زیاد می‌میرد (۴۱). روش‌های مختلف صید این نوع ماهی با بیشترین و بهترین صرفه اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این تحقیق به بررسی رفتار ماهی کپور معمولی به میدان‌های الکتریکی در شوری‌های متفاوت در تله ماهیگیری می‌پردازد تا بهترین جریان برای صید الکتریکی حاصل گردد. ماهیگیری الکتریکی (کاربرد الکتریسیته در ماهیگیری) به تعدادی از روش‌های بسیار متفاوت اطلاق می‌شود که اصول مشترک آن استفاده از واکنش ماهی به میدان‌های الکتریکی در آب برای تسهیل صید است (۱۸). این در حالی است که ماهیت این اثرات باعث شده است هنوز هم موضوع بحث و اختلاف نظر بین دانشمندان موضوع باشد (۴۵). اصل اساسی این روش این است که میدان الکتریکی موجب تحریک سیستم عصبی و باعث واکنش عضلانی در ماهی می‌شود که منجر به نتایج ثابت و مشخصی در رفتار ماهی می‌گردد (۴۸، ۴۹). این روش دارای مزایای بیشتر از بسیاری از دیگر روش‌های در دسترس بررسی (غواصی، تور) با توجه به ترکیب گونه صید شده است (۲۶). در این روش میزان صید می‌تواند بسیار بالاتر باشد (۴۸). در این بین صیدی نزدیک به ۳۰ برابر بیشتر برای ماهیگیری الکتریکی در مقایسه با تور در بسیاری از گونه‌ها گزارش شده است (۱۷). البته لازم به ذکر است که این روش صید بخصوص جهت نمونه برداری در محیط‌های رودخانه ای به دلیل ایجاد تلفات در محیط آبی، ایجاد آسیب‌های فیزیکی با شدت‌های مختلف و نیز عدم حق انتخاب گونه‌های هدف روش مناسبی برای صید تحقیقاتی نمی‌تواند باشد (۵۰). ماهیگیری الکتریکی از لحاظ هزینه نسبت به بقیه روش‌ها در ۱۹ گونه مورد آزمایش آن‌ها به مراتب موثرتر بوده است. علاوه بر این، در این روش ماهیگیری، آماده‌سازی قبلی سایت (مکان) و الزامات از نظر نیروی انسانی نسبت به بقیه روش‌ها قابل مقایسه است که دارای ارزش اقتصادی بالاتری می‌باشد (۳۵، ۵۰). البته این روش هنوز از نظر بین‌المللی موفقیت آمیز و گسترده نیست و محققان علوم مختلف اشکالات متنوعی در این زمینه برای آن ایراد کرده‌اند (۲۹). یکی از این ایرادات واکنش ماهی در جنبش ناشی از پس صید (۲۸) است و همچنین مخاطرات فیزیکی در هر ماهی مورد بحث بوده است (۸، ۴۶، ۴۷). به همین دلیل با توجه به محدودیت‌هایی که این نوع صید دارد کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این ماهی‌ها در تمام محیط‌های پرورشی اغلب اوقات از شرایط تنش‌زا رنج می‌برندکه پتانسیل تغییر رفتار و شرایط فیزیکی در محیط پرورشی را افزایش می‌دهد (۱). عواملی از قبیل تغییرات سریع دما، تراکم بیش از حد، استرس ناشی از سایزبندی، حمل و نقل و کیفیت بد آب بر روی سلامتی ماهی‌ها اثر می‌گذارد (۳، ۴۲). لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی رفتار ماهی کپور در میدان الکتریکی ایجاد شده در مقابل تور تله‌ای مخروطی می‌باشد که نیاز به شناسایی گونه آبزی هدف، تکمیل صید و رفتارشناسی آبزیان دارد. هدف کلی از این پژوهش، کاهش اثرات نامطلوب ناشی از الکتریسیته بر اکوسیستم می‌باشد که این شرایط امکان ایجاد مطالعاتی در ارتباط با تاثیر صید الکتریکی بر سلامت ماهی را می‌دهد. لذا امید است با استفاده از نتایج این تحقیق و داده‌های آن بتوان آشنایی بیشتری به الگوی مناسب و کاربردی در تکنولوژی صید و ابزار و تجهیزات صیادی دست یافت.

مواد و روش کار

در این تحقیق رفتار ماهی کپور معمولی به میدان الکتریکی ایجاد شده در مقابل تله‌ی ماهیگیری بررسی شد. به این منظور ۴۰۰ قطعه ماهی با میانگین وزن ۱۰ گرم به صورت تصادفی از استخر پرورش ماهیان گرم آبی تهیه شدند. تمامی ماهیان استفاده شده در این تحقیق از نظر ظاهری و فیزیکی هیچ گونه علایم و نشانه‌ای از بیماری یا رفتارهای غیر طبیعی نداشتند. پس از انتقال ماهیان به استخر، تمهیدات لازم جهت سازگاری ماهی با محیط جدید انجام گردید (شکل ۵). این تمهیدات شامل نصب دستگاه هواده روی استخر و ایجاد هواده قطره‌ای، اندازه‌گیری دما، ایجاد سایبان موقت روی استخر و تنظیم دوربین مداربسته موجود در محیط روی استخر بود. بعد از ۴۸ ساعت با زیست سنجی کردن (بیومتری) ماهی و ثبت وزن و اندازه‌ی طول ماهی و انتخاب غذای مناسب، غذادهی دستی انجام شد. همچنین ساخت بخش الکتریکی آزمایش با مشورت و همکاری تکنسین‌های مربوط و مطالعات قبلی و ایجاد ایمنی کامل ساخته شد. تله ی مخروطی نیز با توجه به سایز ماهی‌ها و ابعاد استخر آزمایش تهیه گردید (۲، ۲۰). دستگاه دیمر وسیله‌ای برای کنترل ولتاژ جریان مستقیم (AC) می‌باشد و دارای و لتاژهایی از ۹۰ تا ۲۴۰ ولت با فرکانس ثابت است. زمانی که ولتاژ توسط دیمر کم می‌شود شدت میدان الکتریکی کمتر می‌گردد. این ولتاژها روی دستگاه دیمر بترتیب شامل ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰، ۱۳۵، ۱۵۰، ۱۶۵، ۱۸۰، ۱۹۵، ۲۱۰، ۲۲۵ و ۲۴۰ ولت می‌باشد که با دستگاه ولتمتر خروجی اندازه‌گیری و ثبت شده است. در این بررسی از فرکانس ثابت استفاده شد زیرا تغییر فرکانس طبق اطلاعات و داده‌های قبلی هیچ‌گونه تأثیر و تغییری را ایجاد نمی‌کرده است (۳۴) و استفاده از جریان منقطع

www.SID.ir

Archive of SID

(DC) بسیار کم کاربرد است وچون جریان منقطع (DC) وقتی که به سیم پیچ متصل و از آن عبور می‌کند مدت زمان عبور فقط یک ثانیه خواهد بود، ولی جریان مستقیم (AC) دائما از سیم پیچ متصل به منبع عبور می‌کند. به این جهت از جریان مستقیم (AC) در این مطالعه استفاده گردید. عکس العمل ماهی‌ها در میدان الکتریکی اغلب توصیف کردنی است (۱۶). طبق تحقیقات انجام شده در ماهیان سه واکنش و عکس‌العمل پایه در برابر میدان الکتریسیته متمایز و برجسته است. ترس ناگهانی (Fright) و وحشت و تشنج ناشی از قطب منفی جریان الکتریکی (electrotaxis Anodic) یا شوک شدید عضلانی (Electrocution tetanus) و در نهایت مرگ در اثر برق گرفتگی می باشد.

در این آزمایش از ۴ غلظت شوری (۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر) استفاده شد که مرتبط با میزان شوری استخرها و منابع آب شیرین و لب شور شرایط زیست و پرورش این گونه ماهی است. با قرار دادن دستگاه ترانس در قسمتی از استخر در دهانه‌ی تور تله‌ای شکل ماهی‌ها جهت بررسی خاصیت بازدارندگی میدان الکتریکی از ورود ماهی به داخل تور تله‌ای با قرار گرفتن در میدان الکتریکی در ولتاژهای متفاوت ابتدا به سمت ترانس حرکت کرده سپس در فاصله‌ای به صورت گله‌ای یا گروهی بلافاصله از آن میدان با شدت دور شدند. این فاصله گرفتن یا فرار ماهی از میدان با توجه به میزان ولتاژ متفاوت بود که با اندازه‌گیری و علامت‌گذاری ثبت شد. طبق این آزمایش هر بار ۳۰ قطعه ماهی در یک ولتاژ و شوری مشخص قرار داده و تعداد ماهی‌هایی که از میدان الکتریکی فاصله گرفتند بطوری که ابتدا به سمت ترانس حرکت کرده سپس در فاصله‌ای به صورت گله‌ای یا گروهی بلافاصله از آن میدان با شدت دور می‌شوند همچنین تعداد ماهیانی که دچار ترس می‌شوند شامل افزایش تغییر سرعت شنا، تشنج شامل بی حرکت شدن ناگهانی و شدید ماهی و در نهایت مرگ می‌شدند شمارش صورت گرفت. هر بار برای آزمایش و اعمال ولتاژ خاص ۳۰ قطعه از آن‌ها به استخر آزمایش انتقال داده شدند که این انتقال به صورتی بود که به ماهی استرس وارد نشود. و زمان کافی جهت آداپتاسون یا سازگاری با شرایط استخر آزمایشگاهی داشته باشند. در این بررسی جهت آنالیز آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS ۱۷ و آزمون مقایسه ای T-test و برای رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۰۷ استفاده شد. همچنین جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده گردید. در نهایت داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SPSS با استفاده از طرح کاملاً تصادفی توسط آنالیز واریانس یک طرفه و به روش آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند. کمترین سطح معنی‌داری در تمامی بررسی‌ها $P<0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

در شکل ۲ میانگین واکنش فاصله‌ها در ولتاژها و شوری‌های مختلف نشان داده شده است. بیشترین میانگین واکنش فاصله از منبع جریان الکتریکی مربوط به ولتاژ ۲۴۰ در تمام شوری‌های ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر با ۸۰ سانتیمتر و کمترین واکنش فاصله مربوط به ولتاژ ۹۰ در تمام شوری‌های ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر با ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد ($P<0.01$). در شوری‌های مختلف واکنش فاصله از منبع جریان الکتریکی در هر یک از تیمارهای ولتاژ تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0.1$). در شکل ۳ میانگین واکنش ترس در ولتاژهای مختلف نشان داده شده است که بیشترین میانگین واکنش ترس مربوط به ولتاژ ۱۵۰ در شوری ۰ گرم در لیتر با ۵۶ درصد و کمترین واکنش ترس در شوری ۰ گرم در لیتر مربوط به ولتاژهای ۹۰، ۱۰۵ و ۲۲۵ با تعداد ۲۲ درصد می‌باشد ($P<0.01$). در شوریهای مختلف واکنش ترس در تیمارهای ولتاژ فقط شوری ۰ گرم در لیتر نسبت به سایر شوری‌ها از نظر آماری بیشتر بود ($P<0.001$) در حالی که سایر شوری‌ها در هر یک از تیمارهای ولتاژ تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند. ($P>0.1$). در

شکل ۱- استخر مورد استفاده در آزمایش. طول استخر ۲/۵ متر، عرض ۱/۵ متر و با ارتفاع ۵۷ سانتی متر

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۴ میانگین واکنش تشنج در ولتاژهای مختلف نشان داده شده است. در تمام میزان شوری‌های مورد بررسی حداکثر میزان تشنج در ماهی کپور در ولتاژهای بالاتر از ۱۵۰ ولت مشاهده شده است ($P<0.01$) که بیشترین میانگین واکنش تشنج مربوط به ولتاژهای ۲۱۰ و ۲۲۵ در شوری‌های ۰ و ۲ گرم در لیتر با ۲۰ درصد و کمترین تشنج مربوط به ولتاژهای ۹۰، ۱۰۵، ۱۲۰ و ۱۳۵ در تمامی تیمارهای شوری با ۰ درصد می باشد ($P<0.01$). در شکل ۵ میانگین مرگ در ولتاژهای مختلف نشان داده شده است که مرگ و میر در ولتاژهای ۱۸۰ به بالا قابل مشاهده بوده و بیشترین میانگین مربوط به ولتاژ ۲۴۰ با ۷ درصد می‌باشد.

بحث

امروزه با توجه به کاربرد تکنولوژی در سطوح مختلف محیط زیست و به ویژه اکوسیستم‌های تاثیرپذیر نظیر دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها و دریاها، ضرورت دارد تا توجه بیشتری به پتانسل اثرات نامطلوب ناشی از فعالیت‌های انسانی بخصوص در زمینه صید با استفاده از الکتریسیته و اثرات آن‌ها بر منابع آبی و نیز ماهیان که بعنوان مهم‌ترین جانوران محیط زیست آبی با جنبه‌های اقتصادی و غذایی بشمار می‌روند معطوف گردد (۳۱ ، ۳۲ ، ۴۸). بطوری‌که انتظار می‌رود در چرخه زیستی، نقش این عوامل بر مصرف‌کنندگان و بویژه انسان نیز قابل تحلیل و ردیابی باشد. طبق آزمایشات انجام شده پاسخ ماهی‌ها یا رفتار آن‌ها در یک میدان الکتریکی وابسته به میزان و بزرگی شدت جریان و تا حدودی شوری آب می‌باشد. جریان الکتریکی با ایجاد اسپاسم‌های عضلانی روی دستگاه گردش خون اثرگذار است (۳۱، ۳۲). هنگامی که جریان متناوب شدت داشته باشد، می‌تواند موجب فلج دستگاه عصبی شده که بسته به شدت میدان، تغییرات ایجادی برگشت‌ناپذیر است و تغییر ولتاژ جریان الکتریسیته سبب ایجاد واکنش‌هایی در ماهی می‌شود که شامل واکنش اولیه: با ایجاد ولتاژ از صفر اولین واکنش‌های دیده شده شامل تشنج و حرکات لحظه‌ای سریع بوده که سبب تندتر شدن حرکات باله می‌شود. واکنش ثانویه: حالت هیجان زدگی و تحریک که به صورت حرکت بی‌قاعده‌ی ماهی در جهات مختلف می‌شود (۳۲، ۴۸). ماهی فعالتر حرکت می‌کند و در کل واکنش نسبت به جریان بیشتر است. واکنش سوم: رخوت و سستی است. ماهی حرکات خود را از دست داده و بی حرکت می‌شود، ولی از حرکات کره‌ی چشم و باله‌های آن می‌توان به زنده بودن ماهی پی برد. واکنش چهارم: حالتی است که ماهی دیگر علائم حیاتی ندارد و منجر به تلفات شدید و مرگ و میر می‌گردد (۳۴).

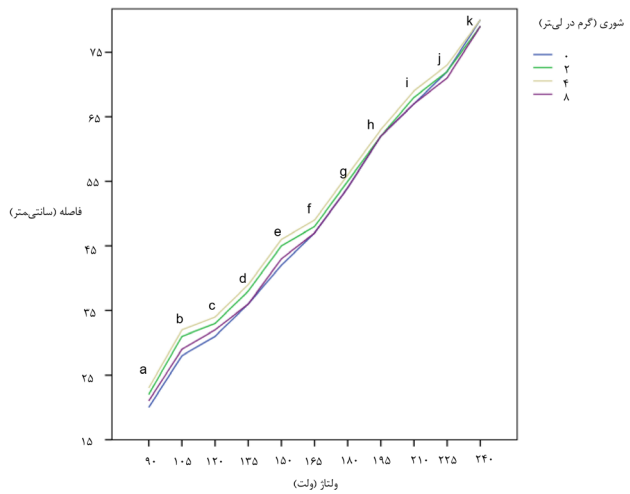
در مطالعه حاضر، اگرچه با افزایش میزان شوری از ۰ تا ۸ گرم در لیتر، تغییرات معنی‌داری از لحاظ میزان متغیر فاصله مشاهده نشد، چرا که این ماهی قادر به تحمل میزان شوری ۵ درصد می‌باشد ولی با افزایش شوری، فاصله ماهی در ولتاژهای مختلف نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه افزایش شوری تاثیر مثبتی بر روند کاهش فاصله ماهی دارد. در حالت کلی افزایش شوری تاثیر مثبتی را در رفتارهای ماهی کپور معمولی داشته و همچنین با افزایش میزان ولتاژ تاثیر معنی‌داری روی فاصله ماهی از منبع جریان به وجود آمده است. همچنین نتایج نشان داده که با افزایش میدان الکتریکی از ۹۰ تا ۲۴۰ ولت، فاصله ماهی کپور از منبع مورد نظر کمتر می‌شود، بطوری‌که کمترین فاصله در میدان ۹۰ ولتاژ و بیشترین فاصله در میدان مغناطیس ۲۴۰ ولتاژ مشاهده شد. از آنجا که در پژوهش حاضر، از آلات و ادوات تور تله‌ای استفاده گردید می‌توان به این نتیجه رسید که با افزایش میزان ولتاژ میزان انحراف ماهیان به سمت تور تله‌ای افزایش و در نتیجه میزان صید نیز افزایش می‌یابد. لذا این افزایش تا ولتاژ مشخصی برای ماهیان قابل تحمل بوده و بعد از آن باعث آسیب‌های جدی در ماهی کپور می‌شود (۳۰). با توجه به نتایج به عمل آمده، استفاده از الکتریسته می‌تواند موجب سستی در ماهی کپور شده و حتی ماهی حساسیت خود را نسبت به شکار و صید شدن از دست می‌دهد. (۴۶، ۴۷) ، به بررسی اثرات منفی یا مضر صید الکتریکی بر روی ماهیان پرداختند و مشخص شد که صید الکتریکی می‌تواند آسیب جدی به گونه‌های هدف و یا گونه‌های غیر هدف بزند که به عنوان یک نگرانی بالقوه قابل توجه است (۳۱، ۳۲). در استفاده از موانع الکتریکی گاهی پاسخ مورد نظر بستگی به میدان الکتریکی قوی در اطراف یا بین الکترودها، اندازه، شکل و ماهیت میدان، تعریف و توزیع و تغییر در شدت برق و حوزه مشخص هدایت آب، اندازه و شکل الکترودها و پتانسیل الکتریکی دارد.

در این تحقیق، با افزایش میزان شوری از ۰ تا ۸ گرم در لیتر، تغییرات معنی‌داری از لحاظ میزان متغیر استرس مشاهده نشد، ولی با افزایش شوری، میزان استرس در ولتاژهای مختلف نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه افزایش شوری تاثیر مثبتی بر روند کاهش استرس ماهی دارد. میزان استرس در ولتاژهای مختلف نیز تغییرات معنی‌داری را نشان نداده ولی به طور کلی می‌توان گفت با افزایش شدت ولتاژ، میزان استرس ماهیان مورد آزمایش، کاهش یافته است، بطوری‌که میانگین استرس در شدت ولتاژ پائین (۱۲۰-۹۰) ، ۱۷ درصد و در حالی‌که این مقدار در شدت ولتاژ بالاتر (۲۴۰-۱۲۰) ، ۱۱ درصد بود. جریان‌های الکتریکی می‌توانند باعث بروز تغییرات گسترده فیزیولوژیکی در گونه‌های ماهی‌ها شوند (۶، ۷، ۲۵). پیغمبری و همکاران (۱۳۹۲)(۲۹) با مطالعه تاثیر استرس ناشی از صید الکتریکی روی پارامترهای خون‌شناسی ماهی کپور وحشی (*Cyprinus carpio*) به این نتیجه رسیدند که صید الکتریکی تاثیر معنی‌داری روی تعداد گلبول‌های سفید داشته، اما تفاوت معنی‌داری در سایر پارامترها مشاهده نشد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه چنین به نظر می‌رسد که افزایش تعداد گلبول سفید اولین و سریع‌ترین عکس العمل ماهی کپور به شوک ناشی از صید الکتریکی می‌باشد. اثر میدان‌های الکتریکی با شدت مشخص بر ماهیان یک اثر غیر شرطی است که طی آن ماهی حتماً واکنش نشان خواهد داد و هنگامی که ماهی تحت تأثیر میدان‌های مختلف قرار می‌گیرد، واکنش‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهد. در مطالعه دیگر نشان داده شد که میدان‌های مغناطیسی هم می‌توانند باعث بروز اختلالات متابولیکی در ماهی سفید دریای خزر شوند (۲۵). هر چه ولتاژ بیشتر باشد، اثر آن بر روی ماهی شدیدتر بوده و هر چه طول ماهی بیشتر باشد، اثری که جریان روی آن می‌گذارد بیشتر خواهد بود. Poli و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی جریان مستقیم الکتریسیته بر فعالیت مغز ماهی نشان دادند که استفاده از جریان الکتریسیته می‌تواند به عنوان روشی برای به انحراف ماهی به طرف تله مورد استفاده قرار بگیرد. در این تحقیق زمان برگشت ماهی به حالت اول را حدود ۱۲ ثانیه اعلام کردند.

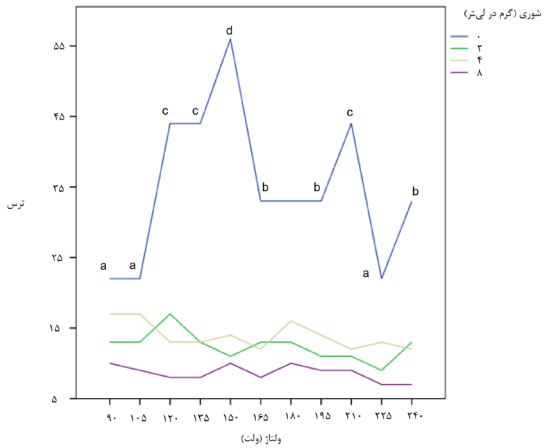
مطالعاتی در مورد تاثیر منفی ولتاژ برق بر روی ماهیان گزارش شده است. Lines و Kestin (۲۰۰۵) ، استفاده از شدت جریان بالای الکتریسیته را

www.SID.ir

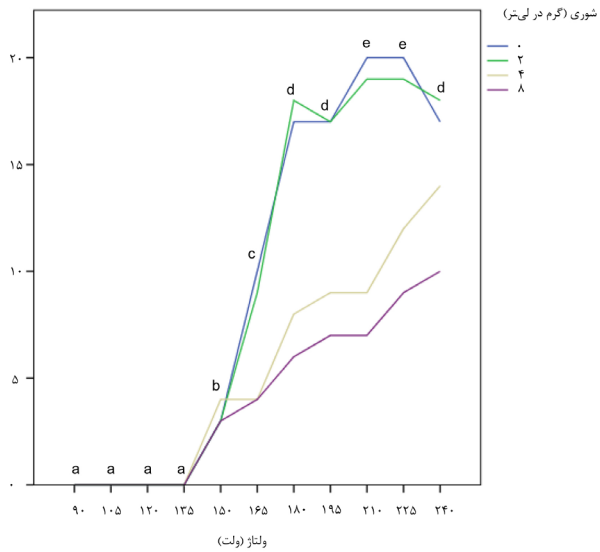
Archive of SID



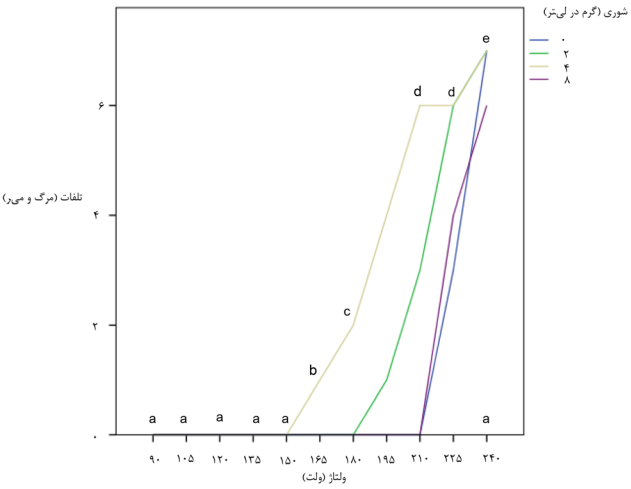
شـــکل ۲- تاثیـــر ولتاژهای مختلف روی واکنش فاصله در هـــر یک از تیمار های شوری ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر.



شـــکل ۳- تاثیر ولتاژهای مختلـــف روی واکنش ترس در ماهی‌هـــا در هر یک از تیمارهای شوری ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر.



شـــکل ۴- تاثیر ولتاژهـــای مختلف روی واکنش تشـــنج در ماهی‌ها در هر یک از تیمارهای شوری ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر.



شـــکل ۵- تاثیر ولتاژهای مختلف روی مرگ در ماهـــی در هر یک از تیمار های شوری ۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در لیتر.

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب ندانسته و بیان کردند که افزایش شدت جریان الکتریسیته به بافت ماهی صدمه وارد کرده و سبب تخریب بافت‌ها می‌شود. اگر چه در این تحقیق این آثار مشاهده نگردید ولی، شدت جریان بالا سبب کشتن ماهی و بروز تلفات در زمانی اندک شده که ممکن است در اثر مشکلات تخریب بافت‌های درونی ماهی شامل روده‌ها طحال و کیسه شنا ماهی باشد (۴۰). نتایج نشان داد در تمامی سطوح شوری‌های مختلف مورد بررسی، حداکثر میزان تشنج در ماهی کپور، در ولتاژهای بالاتر از ۱۵۰ ولت مشاهده شده است،

در مطالعه حاضر، با افزایش میزان شوری از ۰ تا ۸ گرم در لیتر، تغییرات معنی‌داری از لحاظ میزان تشنج مشاهده شد، بطوریکه میزان تشنج با افزایش شوری آب، به طور معنی‌داری کاهش یافته است. در نتیجه افزایش شوری تاثیر مثبتی بر روند کاهش تشنج ماهی دارد. از طرفی با افزایش شدت ولتاژ، تفاوت معنی‌داری را از لحاظ میزان تشنج ماهی کپور نشان داده است. در واقع با افزایش شدت ولتاژ، میزان تشنج ماهیان نیز افزایش یافته است، بطوری‌که در الکتریسیته‌های ضعیف‌تر (۱۳۵-۹۰) ، مقدار تشنج، ۰ درصد و در الکتریسیته بالاتر(۲۴۰-۲۱۰) ، متوسط تشنج متغیر مورد نظر، ۱۵/۷۵ درصد بود . تاثیر جریان برق بر آب حاوی ماهی کپور رسانایی الکتریکی افزایش یافته و می‌دانیم با افزایش املاح آب به خصوص شوری رسانایی الکتریکی آب نیز افزایش یافته و منجر به استرس و تشنج در ولتاژهای بالا می‌گردد. امروزه تصور بر آن است که تحت تأثیر میدان‌های مستقیم الکتریسیته، در بدن ماهی مواد نارکوژن (خواب آور) ایجاد می‌شود. بنابراین استفاده از الکتریسیته، یک روش امیدوار کننده‌ای است که اثر منفی کمتری روی بافت‌ها می‌گذارد (۳۷ ، ۳۸). میدان‌های الکتریکی یا امواج الکترومغناطیسی ضعیف بر رفتارهای ماهیان مؤثر است. جریان متناوب تحت تأثیر شدت یکسان اثر بیشتری نسبت به جریان مستقیم دارد. همچنین، با افزایش میزان شوری از ۰ تا ۸ گرم در لیتر، تغییرات معنی‌داری از لحاظ میزان مرگ و میر مشاهده نشد. از طرفی با افزایش شدت جریان اختلاف معنی‌داری در میزان مرگ و میر ماهی کپور مشاهده شد. بطوری‌که با افزایش ولتاژ از ۲۴۰-۲۲۵ میزان مرگ و میر به طور متوسط، ۷ درصد و در ولتاژ ۲۱۰-۹۰، میزان این متغیر ۰ درصد بود. آب حاوی ماهی کپور معمولی رسانایی الکتریکی آب را افزایش داده و می‌دانیم که با افزایش املاح آب به خصوص شوری رسانایی الکتریکی آب نیز افزایش پیدا کرده و به تبع منجر به استرس و تشنج در ماهیان در ولتاژهای بالا می‌گردد (۱۹). در بخش علوم فراوری آبزیان استفاده از جریان‌های الکتریسیته جهت بی هوش کردن ماهیان توسط بسیاری از محققین مورد استفاده قرار گرفته است. Roth و همکاران (۲۰۰۵) ، با بررسی تأثیر استرس، بر ماهی آزاد و تأثیر آن بر کیفیت گوشت و کشتن ماهیان تحت جریان الکتریسیته، بیان نمودند، ماهیانی که با استفاده از جریان الکتریسیته کشته شده‌اند، نسبت به سایر تیمارها با سرعت بیشتری وارد مرحله جمود نعشی شدند. Kristoffersen و همکاران (۲۰۰۶) ، اظهار کردند که استرس پیش از مرگ موجب کاهش pH گوشت، کامل شدن سریع‌تر جمود نعشی، افزایش تکه‌تکه شدن عضلات و نرم‌تر شدن گوشت می‌شود (۴۱). همچنین اعتماد بین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان باید بهبود یافته و مواردی مانند سلامت، تازگی و کیفیت بسته به چگونگی پرورش، نوع و روش صید، رعایت مسایل زیست محیطی و موارد متعدد دیگر مورد نظر مصرف‌کنندگان، باید برای آن‌ها اطمینان بخش باشد. علاوه بر افزایش میزان تولید، بهبود کیفیت محصول نهایی، وضعیت مطلوب شرایط زیستی و فیزیولوژیک جاندار نیز از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (۴۷).

Barreto و Volpato در سال ۲۰۰۶ بر روی پاسخ استرس از ماهی تیلاپیا در برابر انواع استرس‌ها از جمله شوک الکتریکی و دیگر عوامل استرس‌زا و بررسی سطح کورتیزول و قند خون در نمونه‌ها پرداختند و مقایسه‌ای آماری بین عوامل استرس زای خارجی و الکتریکی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که شوک الکتریکی، علاوه بر ایجاد استرس اولیه موجب تقویت اثرات سایر عوامل استرس‌زا در گونه‌ی تیلاپیا می‌شود. استفاده از میدان‌های الکتریکی ضعیف بر رفتار طبیعی ماهیان مدت‌هاست که مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر میدان‌های الکتریکی با شدت مشخص بر ماهیان، یک اثر غیر شرطی است که طی آن ماهی حتماً واکنش نشان خواهد داد و هنگامی که ماهی تحت تأثیر میدان‌های مختلف قرار می‌گیرد، واکنش‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهد. هر چه ولتاژ بیشتر باشد، اثر آن بر روی ماهی شدیدتر بوده و هر چه طول ماهی بیشتر باشد، اثری که جریان روی آن می‌گذارد بیشتر خواهد (۵).

گونه‌های ماهی‌های مختلف اغلب عکس‌العمل‌های متفاوتی را در یک میدان الکتریکی مشخص دارند. در این مطالعه عکس العمل‌های اولیه مشاهده شده از ماهی کپور شامل نداشتن یا فقدان جهت‌یابی است که این عکس العمل خود دارای دو مدل رفتار می‌باشد که اولی با سرعت پراکنده شدن ماهی‌ها به اطراف یا چرخیدن و گشتن ستونی در خطوط میدان می‌باشد. مدل دوم شنای با لرزش و از هم پاشیده می‌باشد (۲۷). عکس‌العمل دوم ماهی شامل شنای با شدت به سوی منبع الکتریکی و یا در مرحله شدیدتر تشنج می‌باشد (۲۶). در این مرحله ماهی شنای با شدت و متشنج دارد که با انقباضات ماهیچه‌ها با حرکات مدور بدون رهایی از میدان همراه است و در مرحله بعدی مرگ مشاهده می‌شود (۹، ۱۹). طبق آزمایشات انجام شده پاسخ ماهی‌ها یا رفتار آن‌ها در یک میدان الکتریکی وابسته به میزان و بزرگی شدت جریان دارد. این طرح قابل اجرا برای بسیاری از گونه‌های ماهیان می‌باشد اما هر مورد شرایط خاص خود را دارند و نیازمند بررسی جداگانه می‌باشند. دلیل بررسی جداگانه وجود عوامل مختلف تاثیرگذار و تعیین کننده در رفتار گونه می باشد. رسانایی یا هدایت الکتریکی از عوامل موثر در آزمایشات می‌باشد که به ظرفیت آب برای یک جریان الکتریکی که یک عامل تعیین‌کننده در ایجاد میدان بوده و بستگی به طبیعت و غلظت یون‌های موجود در آب دارد. در کل متغیرهای مختلف موثر بر رفتار ماهی وجود دارد که از این متغیرها می‌توان به شوری آب اشاره کرد. (۴، ۴۳ ، ۴۴) نشان دادند که شوری آب می‌تواند در تنظیمات هورمونی و تکامل مراحل تولید مثلی ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii* Kutum) نقش داشته باشد. در این تحقیق اثرات تغییرات میزان شوری آب بر رفتار ماهی در هر مرحله از تیمار های ولتاژ جریان الکتریکی مشاهده شد. البته باید توجه داشت ماهیان بیمار یا مراحل مختلف بلوغ جنسی به جریان الکتریکی واکنش مشخصی ندارند و ماهیان بزرگ‌تر مقاومت پتانسیل بیشتری از پوزه تا دم نشان می‌دهند و همچنین مشاهده شده ماهیانی که بدن مسطح‌تری دارند کمتر مستعد ابتلا به فلج شدید عضلات در اثر شوک الکتریکی و تشنج نسبت به ماهیان کوچکتر هستند (۲۷). در آزمایشات قبلی مشخص

www.SID.ir

Archive of SID

شـــده که تشـــنج با قدرت ولتاژ رابطه‌ی مستقیم داشـــته و مستقل از نوع گونه‌ی ماهی می‌باشـــد. با توجه به نمودارها و آزمایشات انجام شده حداقل ولتاژی که تشنج را ایجاد کرده ۱۰۰ ولت می‌باشد و در پایین تراز این ولتاژ تشنج آشـــکاری در ماهی کپور دیده نشده است. علاوه برآن می‌توان ثابت کرد که ایجاد حالت گالوانارکوزیســـم (وضعیتی است که در آن ماهی حالت به ظاهر خوابیده را به خـــود می‌گیرد و این عکس‌العمل ماهی با تحریکات قوی همراه بوده که ماهی نســـبت به قطب کاتد میدان الکتریسیته از خود نشـــان داده است) در گونه‌ی هدف، از آسیب ماهی در تور یا وسیله صیادی مانند تله در مراحل اولیه صید جلوگیری می‌کند.

از نمونه پیشنهادات استفاده از میدان الکتریکی استفاده از سیستم الکترود دفعی اســـت و می‌توان با اتصال آند به شبکه تور موجب جذب حیرت انگیز ماهی به ســـمت تور شـــد. از دیگر پیشـــنهادات، هدایت ماهیان مهاجر به نزدیک ســـاحل به ســـمت تورهای ثابت گوشـــگیر یا تله‌های طراحی شده است. در کل می‌توان این روش را به عنوان روش صید انتخابی معرفی کرد که بر اســـاس تفاوت‌های رفتاری بین انواع گونه‌هایی آبزیان و اندازه و سایز گونه از این روش بهره برد. با توجه به این که طیف گســـترده‌ای از متغیرها وجود دارد که بر این سیســـتم ماهیگیری الکتریکی موثر است نیاز به یک مطالعه دقیق از رفتار ماهی و گونه و ارتباط با شـــرایط محیطی و تطبیق با ویژگی‌های میدان الکتریکی را احســـاس می‌شود. در حالی که ایده استفاده از الکتریسیته و میدان الکتریکی در صیادی کاملا قدیمی است ولی امروزه با پژوهش‌ها و آزمایشات این چنینی انجام شده باعث پیشرفت چشمگیری در عرصـــه‌ی صید و صیـــادی و طراحی تجهیزات صیادی بوده اســـت (۸). این گونه آزمایشـــات منجر به افزایش تلاش و توسعه‌ی سیستم‌های تجاری صید و تجهیزات صیادی در کل سیســـتم می‌شـــود. باید توجه داشت سوء مدیریت در این روش صید با توجه به آســـیب‌های که بر اکوسیستم‌های آبی می‌زند منجر به ایجاد ممنوعیت‌هایی شد که البته با قانونمندسازی و تنظیم دقت مطلوب برای رســـیدن به نتایج رضایت بخش ثابت باعث موفقیت این روش در عرصـــه‌ی صید و صیادی خواهد بـــود. در کل متغیرهای مختلف موثـــر بر رفتار ماهی وجود دارد که از این متغیرها می‌توان به شـــوری آب اشـــاره کرد که در این پروژه حاضر، با افزایش و کاهش میزان شـــوری آب تاثیرات متفاوتی از رفتار ماهیان مشـــاهده شد. با افزایش ولتاژ در هر نقطه از میدان، جریان قدرت بیشـــتر و طبیعتاً اثر بیشـــتری روی ماهی دارد. هر چه طول ماهی بیشـــتر باشـــد اثری که جریان روی ماهی می‌گذارد بیشتر خواهد بود. بنابراین میدان روی ماهی درشـــت مؤثرتر است و این از مزایای صید الکتریکی اســـت. محققان بســـیاری در زمینه تاثیر میدان مغناطیس یر روند حرکـــت ماهیان، مطالعاتی انجام دادنـــد. (۳) ، گزارش نمودند که روش الکتریکی یک روش مؤثر برای به دام انداختن ماهی بوده و هیچگونه آســـیب دیدگی یا تخریب بافت یا آســـیب دیدگی فقرات یا ورم کردگی در ماهـــی به وجود نمی‌آورد. همچنین اظهار نمودند قرار دادن ماهیان در یک الکتریســـیته طولانی، یـــک روش امیدوارکننده‌ای به منظـــور صید آبزیان می‌باشد و اثر منفی روی بافت‌ها نمی‌گذارد. تحقیقات مشابهی به منظور به دام انداختن ماهیان در مســـیر دام با روش‌های مختلف صورت پذیرفت که یکـــی از روش‌های پرکاربرد را می‌توان به میدان مغناطیس اشـــاره کرد که زمینه‌ی مشابهی با کار میدان الکتریسیته دارد (۲، ۲۲).

نتیجه‌گیری

امروزه با افزایش فعالیت‌های انســـانی در حوضه آبزی‌پروری و مکانیزه شده بسیاری از مزارع پرورشـــی و همچنین تلاش‌های صیادی که عمدتا توام با تولیـــد صوت و میدان‌های الکتریکی هســـتند (۴۹) ، میدان‌های الکتریکی ایجاد شـــده حاصل از ادوات و دستگاه‌ها در اســـترهای پرورش ماهی یا منابع آبی آزاد و حتی محیط زیســـت پتانســـیل ایجاد یکسری واکنش‌های تغییر رفتاری در ماهی کپور معمولی و سایر گونه‌های آبزیان را داشته و این امر می‌تواند بر روی رشد، تولیدمثل، زیست شناسی، نیازهای بوم شناسی و در نهایت قابلیت صیدپذیری گونه‌هایی با ویژگی پراهمیت در آبزی پروری اثرگذار باشـــند (۱۱، ۱۴، ۴۸). مطالعه‌ی حاضر می‌تواند شـــروعی بر ادامه پژوهش‌ها در خصوص کاربرد الکتریســـیته در صید ماهیان از دریا و کاهش قابل ملاحظه گونه‌های غیر هدف در کشور باشد. نتایج حاصل از مطالعه‌ی رفتار ماهیان در میدان‌های الکتریکی در محیط‌های آزمایشـــگاهی می‌تواند زمینه علمی و ســـابقه پژوهشی برای استفاده و بکارگیری کاربردی از اصول و مهارت‌هایی اســـتفاده از ابزارهای لکتریکی برای صیدهای صنعتی دریایی و کاهش صید ضمنی فراهم می‌کند. در گذشـــته در مقابل سایر روش‌های صید این روش برای صید ماهیان در چین رشـــد زیادی داشت ولی به دلیل مشـــکلات و نتایج نامطلوبی که بر محیط ماهیان گذاشت محدودیت‌هایی جهت استفاده از ابزارها و روش‌های صید الکتریکی انجام شد. البته با توجه به آســـیب‌پذیری محیط‌های دریایی و رودخانه‌ای از تکنولوژی‌های جدید نمونه‌بـــرداری صید الکتریکی و صید ماهی‌ها بصورت صنعتی، پژوهش‌هایی برای انتخاب راه‌های استفاده مناسب‌تر از الکتریسیته و مطالعاتی در ارتباط بـــا تاثیر صیـــد الکتریکی بر ســـلامت ماهی و با هدف کلـــی کاهش اثرات نامطلوب ناشـــی از الکتریسیته بر اکوسیستم در حال انجام است. با بررسی اثر جریان‌های الکتریکی بر رفتار و مشـــخصه‌های فیزیکی ماهی‌ها می‌توان بهترین ســـطوح ولتاژ را بـــرای هدایت ماهی‌ها در مســـیر دام‌های تله‌ای و جمع‌آوری ماهیـــان در محیط با هدف‌های مطالعاتـــی و صنعتی به همراه حداقل صید ضمنی بدون آسیب به ماهی‌ها انجام داد.

منابع مورد استفاده

1- Aminian Fatideh, B., Abdi, H., Sarpanah Surkuh, A. N., and Shafiei Sabet, S. (2012). The principle of fish behaviour. Agriculture and Natural Resources Engineering Organization of the Islamic Republic of Iran. Abdi publication. 296 pages. (In Persian).

2- Aminian Fatideh, B., Shafiei Sabet, S. (2011). Study on biological indices of bony fishes by two types of tensive net (Beach Seine) from southern coast of the Caspian Sea. *Journal of Biology Science*, 4, 4 (15) : 15- 27. (In Persian).

3- Aminian fatideh. B., Hossein Zadeh Sahafi, H., Shabani, A. and Yaghmaie. F. (2008). Reproduction characteristics of *Rutilus frisii* kutum in the southern coast of Caspian sea. *Pajouhesh & Sazandegi*, 79: 144-152. (In Persian).

4- Bani, A., Haghi Vayghan, A. and NaserAlavi, M., (2015). The effects of salinity on reproductive performance and plasma levels of sex steroids in *Caspian kutum, Rutilus frisii* kutum. *Aquaculture*

www.SID.ir

Archive of SID

Research. 1-8.

5- Barreto, R. E., & Volpato, G. L. (2006). Stress responses of the fish Nile tilapia subjected to electroshock and social stressors. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research,* 39, (12) : 1605-1612.

6- Barton, B.A. and Grosh, R.S. (1996). Effect of AC electroshock on blood features in juvenile rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 49: 1330–1333

7- Barton, B.A., and Dwyer, W.P. (1997). Physiological stress effects of continuous and Pulsed- DC electroshock on juvenile bull trout. *Journal of Fish Biology*, 51: 998-1008.

8- Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 25 (7) : 498-502.

9- Collins, G.B., Volz, C.D. and Trefethen, P. S. (1954). Mortality of salmon fingerlings exposed to pulsating direct current. *U.S. Fish and Wildlife Bulletin*, 56: 61–84.

10- Cowx, I. G. and Lamarque, P. (1990). Fishing with Electricity: Applications in Fresh water Management. Oxford: fishing New Books, Blackwell Scientific Publications Ltd. 228p.

11- Dwyer, W.P., and White, R.G. (1995). Influence of electroshock on short-term growth of adult rainbow trout and juvenile Arctic grayling and cutthroat trout. *North American Journal of fisheries Management,* 15: 148-151.

12- Ebrahimzadeh, I. (2010). Land use and environmental planning in southeast Iran. First Edition. Tehran. Etelaat Press. 408 pages. (In Perian).

13- FAO (2009). The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy.

14- Gatz, Jr., A.J. and Adams, S.M. (1987). Effects of repeated electro shocking on growth of Bluegill and green sunfish hybrids. *North American Journal of Fisheries Management*, 448-450.

15- Ghorbani, R., Yelghi, S., Aghili, S. M. (2010). Survey and assessment of predation of fish beach seine cooperative companies in Golestan province in 2005-2006. *Journal of Fisheries*. 4, 3 (15) : 39-46. (In Persian).

16- Goffaux, D., Grenouillet, G., & Kestemont, P. (2005). Electrofishing versus gillnet sampling for the assessment of fish assemblages in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie,* 162(1) , 73-90.

17- Growns, I. O., Pollard, D. A. and Harris, J, H, (1996). A comparison of electric fishing and gillnetting to examine the effects of anthropogenic disturbance on riverine fish communities. *Fisheries Management and Ecology*, 3, 1, 13-24.

18- Hartley, W. G. (1980). The use of electrical fishing for estimating stocks of freshwater fish. In: Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAC tech pap No. 33, FAO Rome Ed T. Backiel and R. Welcomme pp 91-95.

19- Hudy, M. (1985). Rainbow trout and brook trout mortality from high voltage AC electrofishing in a controlled environment. North *American Journal of Fisheries Management*, 5: 475–479.

20- Khanypour, A. A., Aminian Fatideh, B. (2004). Scientific and Practical Guide fishermen. Tehran. Iranian Fisheries Research Institute Scientific Information Management. 238 pages. (In Persian).

21- Kiessling, A., Espe, M., Ruohonen, K., Morkore, T. (2004). Texture, gaping and colour of fresh and frozen Atlantic salmon flesh as affected by pre-slaughter iso-eugenol or CO_2 anaesthesia. *Aquaculture*. 236: 645–657.

22- Kozic, V., Krope, J., Lipus, L. and Ticar, I. (2006). Magnetic field analysis on electromagnetic water treatment device. Hungarian journal of veszprrem.34.51-54pp. Massimo, E. And Maffi.2014. Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Plant science*.5:15-1pp

23- Kristoffersen, T., Tobiassen, M., Esaiassen, GB. Olsson, L. A. Godvik, M. Seppola, A. and Olsen, R.L. (2006). Effects of prerigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) , Aquaculture Research. 37 pp.1556–1564.

24- Lines, J.A., and Kestin, S.C., (2005). Electric stunning of trout: power reduction using a two stage stun. *Aquaculture*. Eng. 32: 483-491.

25- Loghmannia, J., Heidari, B., Rozati, S. A., & Kazemi, S. (2015). The physiological responses of the Caspian kutum (*Rutilus frisii* kutum) fry to the static magnetic fields with different intensities during acute and subacute exposures. *Ecotoxicology and environmental safety*, 111, 215-219.

26- Mesa, M.G. and Schreck, C.B. (1989). Electrofishing mark-recapture and depletion methodologies evoke behavioral and physiological changes in cutthroat trout. Transactions of the *American Fisheries Society*, 118:644-658.

27- Mitton, C.J.A. and McDonald, D.G. (1994). Effects of electroshock, air exposure, and forced exercise on swim performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 1799–1803.

28- Nordwall, F. (1999). Movements of brown trout in a small stream: effects of electrofishing and consequences for population estimates. *North American Journal of Fisheries* 19, no. 2, 462-469.

29- Paighambari, S. Y., Gharache , M. H., Jafari, V. (2013). Effects of electrofishing stress on hematological parameters of wild carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of exploitation and aquaculture*. 1: 85-96. (In Persian).

30- Pingguo, H. (2010). Behavior of marine fishes: capture pro-

www.SID.ir

Archive of SID

cesses and conservation challenges. Wiley-Blackwell. 392 pp.

31- Polet, H., Delanghe, F., & Verschoore, R. (2005). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*) : I. *Laboratory experiments. Fisheries Research,* 72(1) , 1-12.

32- Polet, H., Delanghe, F., & Verschoore, R. (2005). On electrical fishing for brown shrimp (*Crangon crangon*) : II. Sea trials. *Fisheries research*, 72(1) , 13-27.

33- Poli, B.M., Parisi, G., Scappini, F., and Zampacavallo, G. (2005). Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*. 13, (1-2) : 29–49.

34- Pratt, V. S. (1955). Fish mortality caused by electrical shockers. *Transactions of the American Fisheries Society*, 84: 93–96.

35- Pugh, L. L. and Schramm, H. L. Jr. (1998). Comparison of Electrofishing and Hoop netting in Lotic Habitats of the Lower Mississippi River. *North American Journal of Fisheries Management* 18, no. 3, 649-656.

36- Pusey, B. J., Kennard, M. J., Arthur, J. M. and Arthington, A. H. (1998). Quantitative sampling of stream fish assemblages: Single- vs multiple-pass electrofishing. *Australian Journal of Ecology* 23: no. 4,365-374.

37- Roth, B., Imsland, A., Gunnarsson, S., Foss, A. and Schelvis, R. (2007). Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scapthalmus maximus*). A caparison between different stunning methods. *Aquaculture*. 272: 754-761.

38- Roth, B., Torrissen, O.J. and Slinde, E. (2005). The effect of slaughtering procedures on blood spotting in ainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 250: 796-803.

39- Saboori, M., Seydaei, S. E., Taghadosi, A. (2013). Strategies for the development of fishing activities in coastal areas of Oman; about: city of Jask. *Iranian Journal of Geography and Development.* 11(32) : 29-46. (In Persian).

40- Sarpanah, A. N., Aminian Fatideh, B. and Shafiei Sabet, S. (2009). Cyprinid fishes (Biology, Ecology, Reproduction and breeding). Tehran. Agriculture and Natural Resources Engineering Organization of the Islamic Republic of Iran Press.275 pages. (In Persian).

41- Shabanpour, B., Rahmanifarah, K., Shabani, A. (2012). Evaluation of post mortem flesh quality attributes in common carp (*Cyprinus carpio* L.) slaughtered by exsanguination and hypothermia methods. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 9, (36): 21-31. (In Persian).

42- Shafiei Sabet, S., Imanpour, M. R., Aminian Fatideh, B. AND Gorgin, S. (2009). The Study on some blood ionic and metabolic parameters in maturated and immature female's kutum (*Rutilus frisii* kutum) migrated to Sefid-rud estuary. *Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi*) , No 84: 71-79. (In Persian).

43- Shafiei Sabet, S., Neo, Y. Y., & Slabbekoorn, H. (2015). The effect of temporal variation in sound exposure on swimming and foraging behaviour of captive zebrafish. *Animal Behaviour*, 107, 49-60.

44- Shafiei Sabet, S., Neo, Y. Y., & Slabbekoorn, H. (2016). Impact of Anthropogenic Noise on Aquatic Animals: From Single Species to Community-Level Effects. In The Effects of Noise on Aquatic Life II (pp. 957-961). Springer New York.

45- Sharber, N. G., and Carothers, S. W. (1988). Influence of electrofishing pulse shape on spinal injuries in adult rainbow trout. North American Journal of Fisheries Management: 8: (1) : 117-122.

46- Snyder, D, E, (1995). Impacts of electrofishing on fish. *Fisheries*, 20, 1:26-27.

47- Snyder, D. E. (1992). Impacts of electrofishing on fish. Report of Colorado State University Larval Fish Laboratory to US Dept of Interior Bureau of Reclamation, Salt lake City, Utah, and Glen Canyon Environmental Studies Aquatic Coordination Team, Flagstaff, Arizona.

48- Soetaert, M., Decostere, A., Polet, H., Verschueren, B., & Chiers, K. (2015). Electrotrawling: a promising alternative fishing technique warranting further exploration. *Fish and Fisheries*, 16(1), 104-124.

49- Vercauteren, G., Chiers, K., Verschueren, B., Decostere, A., & Polet, H. (2010). Effects of low-frequency pulsed direct current on captive-housed sea fish. *Journal of Comparative Pathology*, 143(4), 354.

50- Wiley, M. L. and Tsai, C.F. (1983). The relative efficiencies of electrofishing vs. seines in Piedmont streams of Maryland. North *American Journal of Fisheries Management* 3, no. 3, 243-253.

www.SID.ir