دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی"
دوره دوم، شماره سوم، پاییز ۹۳
http://jair.gonbad.ac.ir

# ارزیابی عملکرد صید الکتریکی روی گونه گامبوزیا (*Gambosia holbrooki* Girard, 1859) در شرایط محیطی کنترل شده (شوری و دما)

**پریسا ملکی[*1]، رحمان پاتیمار[2]، حجت‌اله جعفریان[2]، رسول قربانی[3]**
[*1] فارغ التحصیل کارشناسی‌ارشد اکولوژی شیلات، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[2] دانشیار گروه شیلات دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[3] دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
تاریخ ارسال: ۹۳/۳/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۲۸

**چکیده**

**هدف این تحقیق بررسی تأثیر ولتاژ، شوری و دما بر عملکرد صیدالکتریکی بود. تعداد ۸۵۰ عدد گامبوزیا از سد گلستان صید و به آزمایشگاه منتقل شد. فاصله از آند، فاصله کاتد و آند در طول آزمایش به‌ترتیب، ۱۰cmو۱۲۰cm و دامنه طولی و وزنی ماهیان به‌ترتیب ۳/۸۱۸±۰/۲۰cm و ۰/۸۰۴±۰/۱۳۵gr بود. در ۳ ولتاژ ۱۵، ۴۵ و ۱۳۵ ولت و ۳ دمای ۱۰°c، ۲۰°c و ۳۰°c و ۳ شوری ۰/۵، ۲ و ۴ گرم درلیتر شوک الکتریکی به ماهیان به‌صورت انفرادی اعمال شد. زمان بیهوش شدن و بازگشت به حالت اولیه برای تک‌تک ماهی‌ها ثبت گردید. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (با ۳ سطح ولتاژ، ۳ سطح شوری، ۳ سطح دما) در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. مقایسه‌ها نشان‌داد میانگین زمان‌های بیهوشی بدست آمده از ولتاژها و دماها و شوری‌های مذکور اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. بیشترین زمان بیهوشی برای گونه گامبوزیا به‌ترتیب از شوری ۰/۵، دمای ۱۰، ولتاژ ۱۵ با میانگین۰/۷۴± ۸/۷۱ ثانیه و کمترین به‌ترتیب از شوری ۴، دمای ۳۰، ولتاژ ۱۳۵ با میانگین ۰/۳۲± ۱/۴۴ ثانیه بدست آمد. بیشترین زمان بازگشت به حالت اولیه برای گامبوزیا به‌ترتیب از شوری ۰/۵، دمای ۱۰، ولتاژ ۱۳۵ با میانگین ۳/۱± ۹۴/۸۴ ثانیه وکمترین به‌ترتیب از شوری ۰/۵، دمای ۳۰، ولتاژ ۱۵ با میانگین ۲/۷۲±۲۰/۰۱ ثانیه بدست آمد.**

***واژگان کلیدی:*** **صید الکتریکی، شوک الکتریکی، *Gambosia holbrooki*، دما، ولتاژ، شوری**

[*] نویسنده مسئول: p.maleki1368@gmail.com



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

**مقدمه**

از صیدالکتریکی برای کارهایی نظیر ارزیابی ذخایر در رودخانه‌ها، ارزیابی گونه‌ها، حذف گونه‌های ناخواسته، صید ماهی و صید مولد استفاده می‌شود. در مدیریت شیلاتی، صید الکتریکی به عنوان یک روش نمونه‌برداری استفاده می‌شود. صید الکتریکی به‌ویژه در شرایط سختی که روش‌های دیگر مثل استفاده از تور ممکن نیست مناسب است. برای مثال برای صید برخی از ماهی‌ها، مانند مارماهی که صید آن دشوار است و صید در برخی از زیستگاه‌ها مانند جاهایی که سرعت جریان آب زیاد است یا بستر حاوی علف هرز و سواحل صخره‌ای، استفاده می‌شود. ابزار صید الکتریکی هم می‌تواند برای صید مستقیم ماهی و هم برای بالا بردن کارایی ابزار دیگر در صید مورد استفاده قرار گیرد. کارایی صیدالکتریکی در صید جمعیت ماهی‌ها به‌طور قابل توجهی از مکانی به مکان دیگر بسته به عوامل مختلف متفاوت است (Beaumont *et al*., 2002). این روش یکی از روش‌های صید ماهی به طریق بی‌هوش کردن است و در آب‌هایی که به دلیل وجود موانع و گیاهان آبزی فراوان و ... برای سایر ادوات صید غیرقابل استفاده است بسیار مفید می‌باشد. همچنین از این روش می‌توان برای کنترل و تعیین میزان ذخایر ماهی و صید مولدین استفاده کرد و می‌توان ماهیان پیر و بیمار را به سادگی از سیستم خارج نمود. این روش صید در مقایسه با سایر روش‌ها آثار تخریبی کمتری دارد زیرا باعث بروز بی‌حسی در ماهی می‌شود و از تقلای زیاد آن جلوگیری می‌کند (Khanipour, 2009). صید الکتریکی یک روش مؤثر صید است که اغلب برای نمونه‌گیری از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به‌کار می‌رود و جریانی الکتریکی است که بین کاتد و آند در آب تولید می‌شود، ماهی‌ها در میدان الکتریکی به طور موقت بی‌حس می‌شوند و به آسانی می‌توانند صید شوند (Arndt and Baxter, 2012). صید الکتریکی مؤثر به عواملی نظیر ابزارها، خصوصیات محیطی و خواص ماهی بستگی دارد (Benejam *et al*., 2012). با وجود اینکه صید الکتریکی یک روش رایج برای صید گونه‌های *Neogobius spp.* و سایر گونه‌های کف‌زی فاقد کیسه شنا است بهره‌وری آن خصوصاً در زیستگاه‌های واجد گونه‌های میان بسترزی کمتر مطرح شده است (Polacik *et al*., 2008). جریان الکتریکی مستقیم به‌طور معمول در ماهیان آب شیرین برای نمونه‌گیری‌های علمی از جمعیت‌های ماهی به‌کار برده می‌شود (Holliman *et al*., 2007). دانستن کارایی و عوارض جانبی و اثرات صیدالکتریکی برای تحقیقات و بازبینی جمعیت ماهیان رودخانه‌ها ضروری است (Benejam *et al*., 2012).

ماهیان آب شیرین در مطالعه جغرافیای جانوری ارزش بی‌نظیری دارند. زیرا با وجود موانع جغرافیایی، ماهیان آب شیرین قادر نبوده از آب دریا گذر کرده و حرکت آن‌ها از یک حوضه آبخیز به حوضه دیگر به آهستگی صورت می‌گیرد (Ratebi, 1998; Abdoli, 1997). مطالعات جمعیتی و بررسی تفاوت‌های بین جمعیتی یک گونه از ماهیان آب شیرین می‌تواند نتایج جالب توجهی را به همراه داشته باشد. در فرآیند



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

توسعه و پیشرفت اقتصادی هر کشور توجه به منابع آبی و آبزیان آنها و افزایش ذخایر در آب‌های داخلی بسیار مهم است (Patimar, 2004).

ماهی گامبوزیا از خانواده‌ی گامبوزیا ماهیان Poeciliidae با نام علمی *Gambosia holbrooki* می‌باشد که حداکثر طول بدن تا ۶۰ میلی‌متر گزارش شده است. این ماهی ساکن آب شیرین و لب‌شور بوده و مناطق پوشیده از گیاهان آبزی با جریان آرام آب، ولی آب‌های گرم را ترجیح می‌دهد. از شیرونومیده، شفیره دوبالان و سخت‌پوستان تغذیه می‌نماید. در جنس نر باله مخرجی تغییرشکل یافته و به اندام تولیدمثلی تبدیل می‌گردد. دوره تولیدمثلی از اردیبهشت تا شهریورماه در دمای آب ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گونه مذکور برای اولین بار از ایتالیا برای مبارزه با پشه مالاریا به ایران آورده شد. در تمام حوضه جنوبی دریای‌خزر و بسیاری از آب‌های شیرین مناطق جنوبی کشور وجود دارد ( Abdoli and Naderi, 2008). توانایی تحمل وسیع تغییرات دمایی و شوری (Otto, 1973)، این ماهی را قادر ساخته است که متعاقباً در سراسر ایران منتشر شود. به‌طور کلی گامبوزیا زنده‌زا و سریع الرشد بوده و به‌عنوان یک رقیب غذایی می‌تواند روی گونه‌های ماهی و بی‌مهرگان آبزی بومی منطقه تأثیر گذار باشد (Ghorbani *et al.*, 2008).

## مواد و روش‌ها

ابتدا گونه مورد نظر به تعداد ۸۵۰ قطعه از دریاچه سد گلستان تهیه و به آزمایشگاه دانشگاه گنبدکاووس منتقل شد. نمونه‌ها در یک تانک فایبر گلاسی بزرگ با حجم تقریبی ۲۰۰۰ لیتر برای آداپته شدن با شرایط به مدت یک هفته نگهداری شدند. یک روز قبل از انجام آزمایشات غذادهی قطع گردید. در یک تانک فایبرگلاسی دیگر به شکل مکعب مستطیل با ابعاد ۶۰×۶۰×۲۴۰ سانتی‌متر که به اندازه ۵۰۰ لیتر آبگیری شده بود آزمایش انجام شد. فاصله از آند، فاصله بین کاتد و آند و عمق آب در طول آزمایش ثابت در نظر گرفته شد و مقادیر آنها به‌ترتیب ۱۰ سانتی‌متر ، ۱۲۰ سانتی‌متر و ۳۵ سانتی‌متر بود. برای شوک‌دهی از برق شهری استفاده شد. دستگاه شوک‌دهی شامل مبدل که جریان پالس‌دار برق شهری را به جریان مستقیم تبدیل می‌کرد و همچنین برای تنظیم ولتاژ از آن استفاده شد. قطب آند شامل یک حلقه آلومینیومی به قطر ۲۰سانتی‌متر و قطب کاتد شامل یک قطعه مستطیلی از جنس آلومینیوم به اندازه ۵×۵ سانتی‌متر بود. همچنین از یک توری به قطر ۱۰ سانتی‌متر برای تنظیم فاصله ماهیان از قطب آند استفاده شد. برای ثبت زمان‌ها نیز از دستگاه زمان‌سنج با دقت صدم ثانیه استفاده شد. هر ماهی به صورت انفرادی در معرض شوک الکتریکی قرار گرفت. درطول زمان آزمایش غذا دهی قطع شد. به ماهیان در شوری‌های ۰/۵، ۲ و ۴ گرم در لیتر و ولتاژهای ۱۵، ۴۵ و ۱۳۵ ولت و دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در ۲۷ تیمار (اثر متقابل ولتاژ، زمان، فاصله) شوک الکتریکی در ۳ تکرار



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

وارد شد (طبق جدول ۱) و واکنش‌های ماهی‌ها شامل زمانی که کاملاً بی‌حرکت شده و به روی آب می‌آمدند (بیهوشی) و زمانی که طول می‌کشید تا به شنای عادی برگردند (بازگشت به حالت اولیه) در ولتاژهای مذکور بررسی شد. متوسط طول و وزن ماهی‌های مورد آزمایش به‌ترتیب ۰/۲۰±۳/۸۱۸ سانتی‌متر و ۰/۱۳۵±۰/۸۰۴ گرم بود.

**جدول ۱- ویژگی‌های آزمایشگاهی تیمارهای آزمایشی**

| تیمار | شوری (گرم در لیتر) | دما(درجه سانتی‌گراد) | ولتاژ (ولت) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۵ | ۱۰ | ۱۵ |
| ۲ | ۰/۵ | ۱۰ | ۴۵ |
| ۳ | ۰/۵ | ۱۰ | ۱۳۵ |
| ۴ | ۰/۵ | ۲۰ | ۱۵ |
| ۵ | ۰/۵ | ۲۰ | ۴۵ |
| ۶ | ۰/۵ | ۲۰ | ۱۳۵ |
| ۷ | ۰/۵ | ۳۰ | ۱۵ |
| ۸ | ۰/۵ | ۳۰ | ۴۵ |
| ۹ | ۰/۵ | ۳۰ | ۱۳۵ |
| ۱۰ | ۲ | ۱۰ | ۱۵ |
| ۱۱ | ۲ | ۱۰ | ۴۵ |
| ۱۲ | ۲ | ۱۰ | ۱۳۵ |
| ۱۳ | ۲ | ۲۰ | ۱۵ |
| ۱۴ | ۲ | ۲۰ | ۴۵ |
| ۱۵ | ۲ | ۲۰ | ۱۳۵ |
| ۱۶ | ۲ | ۳۰ | ۱۵ |
| ۱۷ | ۲ | ۳۰ | ۴۵ |
| ۱۸ | ۲ | ۳۰ | ۱۳۵ |
| ۱۹ | ۴ | ۱۰ | ۱۵ |
| ۲۰ | ۴ | ۱۰ | ۴۵ |
| ۲۱ | ۴ | ۱۰ | ۱۳۵ |
| ۲۲ | ۴ | ۲۰ | ۱۵ |
| ۲۳ | ۴ | ۲۰ | ۴۵ |
| ۲۴ | ۴ | ۲۰ | ۱۳۵ |
| ۲۵ | ۴ | ۳۰ | ۱۵ |
| ۲۶ | ۴ | ۳۰ | ۴۵ |
| ۲۷ | ۴ | ۳۰ | ۱۳۵ |



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

برای هر تیمار ۳۰ ماهی در معرض شوک قرار گرفتند. زمان بیهوش شدن و زمان به‌هوش آمدن برای هر ماهی به صورت جداگانه ثبت شد. در طول آزمایش و بعد از گذشت ۴۸ ساعت و حتی ۷ روز که ماهی‌ها تحت نظر بودند هیچ گونه تلفاتی مشاهده نشد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (با ۳ سطح ولتاژ، ۳ سطح شوری، ۳ سطح دما) در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و آزمون LSD در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد و با نرم‌افزار SPSS19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## نتایج

در این تحقیق تأثیر جریان الکتریسیته بر مدت زمانی که طول می‌کشد تا ماهیان بیهوش (ماهی بی‌حرکت به پهلو روی آب قرار می‌گیرد) شوند و همچنین زمان بازگشت به حالت اولیه (شنای طبیعی) بررسی و زمان به‌دست آمده از هریک از ماهیان ثبت شد.

- زمان بیهوش شدن ماهیان گامبوزیا:

**جدول ۲- تجزیه و تحلیل واریانس اثر فاکتورهای شـوری، ولتاژ و دما بر مدت زمان لازم برای بیهوشی ماهیان گامبوزیا (*G. holbrooki*).**

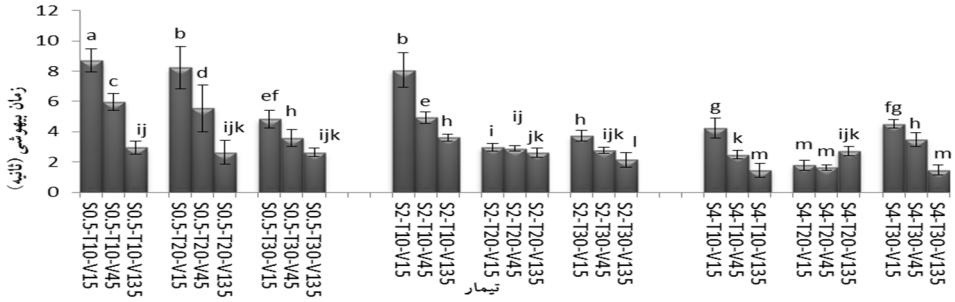
| منبع (بیهوشی گامبوزیا) | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| شوری | ۷۶۱/۵ | ۲ | ۳۸۰/۷ | ۱۰۰۴/۶ | ۰** |
| درجه حرارت | ۳۴۵/۷ | ۲ | ۱۷۲/۸ | ۴۵۶/۱ | ۰** |
| ولتاژ | ۱۰۳۲/۲ | ۲ | ۵۱۶/۱ | ۱۳۶۱/۸ | ۰** |
| شوری × درجه حرارت | ۳۹۱/۶ | ۴ | ۹۷/۹ | ۲۵۸/۳ | ۰** |
| شوری × ولتاژ | ۲۱۷/۷ | ۴ | ۵۴/۴ | ۱۴۳/۶ | ۰** |
| درجه حرارت × ولتاژ | ۱۷۹/۹ | ۴ | ۴۴/۹ | ۱۱۸/۷ | ۰** |
| شوری × درجه حرارت × ولتاژ | ۲۴۸/۷ | ۸ | ۳۱/۱ | ۸۲/۱ | ۰** |
| خطا | ۲۹۶/۷ | ۷۸۳ | ۰/۳۷۹ | | |
| کل | ۳۴۷۴/۲ | ۸۰۹ | | | |

نتایج بدســـت آمده نشـــان داد که اثر تمام فاکتورهای ولتاژ (F =۱۳۶۱/۸، sig=۰,۰۰)، شـــوری (F=۱۰۰۴/۶، sig=۰,۰۰) و دما (F=۴۵۶/۱، sig=۰,۰۰) و اثر متقابل آنها یعنی شـــوری × درجه حرارت (F=۲۵۸/۳، sig=۰,۰۰)، شـــوری × ولتـاژ (F=۱۴۳/۶، sig=۰,۰۰)، درجـه حرارت× ولتـاژ (F=۱۱۸/۷، sig=۰,۰۰)، شـــوری × درجه حرارت × ولتاژ (F=۸۲/۱، sig=۰,۰۰) معنی‌دار بودند. به عبارت دیگر این



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

عوامل نقش مهمی در مدت زمانی که طول می‌کشـــد تا ماهیان گامبوزیا (*G. holbrooki*) به طور کامل تعادل خود را از دست بدهند و بیهوش شوند، دارند (جدول ۲).




**شکل ۱- مقایسه زمان لازم برای بیهوشی ماهیان گامبوزیا (*G. holbrooki*) در بررسی اثر متقابل ولتاژ در دما در شوری**

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد (P>۰/۰۵).

با توجه به شکل ۱ نتایج، در شوری ۰/۵ گرم در لیتر و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با تغییر ولتاژ در هر سه تیمار روند بیهوشی مشابه بود و با افزایش ولتاژ، زمان بیهوشی به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. برای سایر تیمارها با شوری‌ها و دماهای بالاتر، نیز در رابطه با تغییر ولتاژ این روند دیده شد. در شوری ۰/۵ گرم در لیتر و ولتاژ ۱۵ ولت، با تغییر دما زمان بیهوشی دارای روند مشابه بوده و با افزایش دما، زمان بیهوشی به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. در سایر تیمارها با شوری‌ها و ولتاژهای بالا، افزایش دما باعث کاهش معنی‌دار زمان بیهوشی شد. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و ولتاژ ۱۵ ولت با تغییر شوری زمان بیهوشی نیز کاهش یافت. برای تیمارهای دیگر با دماها و ولتاژهای بالاتر نیز افزایش شوری باعث کاهش زمان بیهوشی گردید. بیشترین زمان بیهوشی از تیمار ۱ (شوری ۰/۵، دمای۱۰، ولتاژ ۱۵) با میانگین زمان بیهوشی (۰/۷۴± ۸/۷۱ ثانیه) و کمترین زمان بیهوشی از تیمار ۲۷ (شوری ۴، دمای ۱۰، ولتاژ ۱۳۵) با میانگین زمان بیهوشی (۰/۳۲± ۱/۴۴ ثانیه) بدست آمد.

**زمان به هوش آمدن ماهیان گامبوزیا**: در بررسی زمان به‌هوش آمدن ماهیان گامبوزیا نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که اثر فاکتورهای ولتاژ، شوری و دما و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار شد.

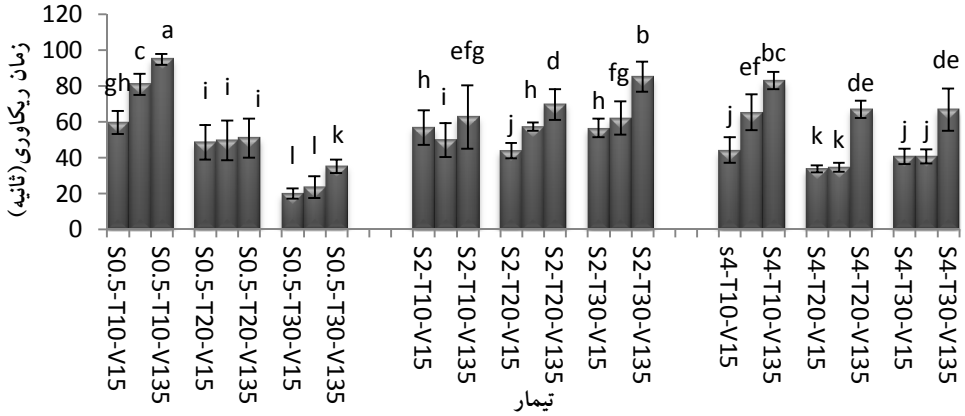


[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

**جـدول ۳- تجزیـه و تحلیـل واریـانس اثر فاکتورهای شـوری، ولتاژ و دما بر به‌هوش آمدن گامبوزیا ماهیان (*G. holbrooki*) در اثر شوک دهی**

| متغیرها | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| شوری | ۱۲۶۴۹/۹۶۲ | ۲ | ۶۳۲۴/۹۸۱ | ۱۰۴/۷۳۶ | .** |
| درجه حرارت | ۵۳۸۸۴/۰۰۹ | ۲ | ۲۶۹۴۲/۰۰۵ | ۴۴۶/۱۳۴ | .** |
| ولتاژ | ۷۸۷۲۳/۵۲۶ | ۲ | ۳۹۳۶۱/۷۶۳ | ۶۵۱/۷۹۳ | .** |
| شوری × درجه حرارت | ۹۴۷۰۸/۹۸۵ | ۴ | ۲۳۶۷۷/۲۴۶ | ۳۹۲/۰۷۳ | .** |
| شوری × ولتاژ | ۸۳۲۴/۴۸۶ | ۴ | ۲۰۸۱/۱۲۱ | ۳۴/۴۶۱ | .** |
| درجه حرارت × ولتاژ | ۲۴۰۹/۴۴۴ | ۴ | ۶۰۲/۳۶۱ | ۹/۹۷۵ | .** |
| شوری × درجه حرارت × ولتاژ | ۱۷۰۷۹/۲۶۱ | ۸ | ۲۱۳۴/۹۰۸ | ۳۵/۳۵۲ | .** |
| خطا | ۲۷۶۳۲۸۳/۳۴۲ | ۷۸۳ | ۶۰/۳۹۰ | | |
| کل | ۳۱۵۰۶۵/۰۱۵ | ۸۰۹ | | | |

نتایج بدست آمده نشان داد که اثر تمام فاکتورهای ولتاژ (F=۶۵۱/۷۹۳، sig=۰,۰۰)، شوری (F=۱۰۴/۷۳۶، sig= ۰,۰۰) و دما (F=۴۴۶/۱۳۴، sig=۰,۰۰) و اثر متقابل آن‌ها یعنی شوری × درجه حرارت (F=۳۹۲/۰۷۳، sig=۰,۰۰)، شوری × ولتاژ (F=۳۴/۴۶۱، sig=۰,۰۰)، درجه حرارت × ولتاژ (F=۹/۹۷۵، sig=۰,۰۰)، شوری × درجه حرارت × ولتاژ (F=۳۵/۳۵۲، sig=۰,۰۰) معنی‌دار بودند. به عبارت دیگر این عوامل نقش مهمی در مدت زمانی که طول می‌کشد تا ماهیان گامبوزیا ( *Gambosia holbrooki*) بیهوش باقی بمانند، بازی می‌کنند (جدول ۳).




**شکل ۲- مقایسه زمان به هوش آمدن گامبوزیا (*G. holbrooki*) در بررسی اثر متقابل ولتاژ در دما در شوری**
**حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد (P>۰/۰۵).**



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

با توجه به شکل ۲ می‌توان گفت در شوری ۰/۵ گرم در لیتر و دمای ۱۰درجه سانتی‌گراد با تغییر ولتاژ در هر سه تیمار روند بازگشت به حالت اولیه مشابه بود و با افزایش ولتاژ، زمان بازگشت به حالت اولیه به طور معنی‌دار افزایش یافت. برای سایر تیمارها با شوری‌ها و دماهای بالاتر، نیز در رابطه با تغییر ولتاژ این روند دیده شد. در شوری ۰/۵ گرم در لیتر و ولتاژ ۱۵ ولت، با تغییر دما زمان بازگشت به حالت اولیه دارای روند مشابه بوده و با افزایش دما، زمان بازگشت به حالت اولیه به طور معنی‌دار کاهش یافت. در اکثر تیمارها با شوری‌ها و ولتاژهای بالا، افزایش دما باعث کاهش معنی‌دار زمان بیهوشی شد. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و ولتاژ ۱۵ ولت با تغییر شوری زمان بازگشت به حالت اولیه نیز تغییر یافت. بیشترین زمان بازگشت به حالت اولیه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد دیده شد و در دمای ۱۰ و ۳۰ درجه این زمان کمتر بود. برای تیمارهای دیگر با دماها و ولتاژهای بالاتر نیز این روند مشاهده شد. بیشترین زمان بازگشت به حالت اولیه برای گونه گامبوزیا از تیمار ۳ (شوری ۰/۵، دمای۱۰، ولتاژ ۱۳۵) با میانگین زمان بیهوشی (۳/۱± ۹۴/۸۴ ثانیه) و کمترین زمان بازگشت به حالت اولیه از تیمار ۷ (شوری۰/۵، دمای۳۰، ولتاژ ۱۵) با میانگین زمان بیهوشی (۲/۷۲± ۲۰/۰۱ ثانیه) بدست آمد. با توجه به همبستگی پیرسون، ارتباط بسیار ضعیف و منفی بین زمان لازم برای بیهوش شدن و به هوش آمدن گونه گامبوزیا وجود دارد ($P=0.320, r = - 0.035$).

## بحث و نتیجه‌گیری

درون تمام ارگانیزم‌های زنده، جریان الکتریکی و میدان‌های الکتریکی با منشأ داخلی وجود دارد که در مکانیسم‌های پیچیده کنترل فیزیولوژیکی نظیر اختلال در سیستم‌های عصبی، عضلانی، فعالیت و رشد و تکامل و ترمیم بافت‌ها نقش دارند. در مقابل میدان‌های الکتریکی که در اطراف هر هادی برق‌دار بوجود می‌آید قسمت‌های داخلی بدن به دلیل قابلیت هدایت لایه خارجی پوست حفاظت شده است به عبارت دیگر اثر میدان‌های الکتریکی فقط می‌تواند اثرات خارجی روی بدن باشد و اکثراً به صورت حرارت یا سوختگی سطحی و گاه برحسب شدت جریان ناشی از میدان الکتریکی که خود در فرکانس مشخص به ولتاژ بستگی دارد به صورت سوختگی عمیق ظاهر گردد. اثرات الکتریکی نسبت به اثرات مغناطیسی اهمیت بیشتری دارند و از طرف دیگر به دلیل رسانا بودن لایه خارجی پوست قسمت‌های داخلی بدن در مقابل میدان‌های الکتریکی محفوظ است. میدان مغناطیسی در اثر عبور جریان از داخل هادی‌ها برعکس میدان‌های الکتریکی به تمام اعضای داخلی بدن انسان و هر موجود زنده‌ای نفوذ می‌کند. بنابراین شانس اثرگذاری این میدان روی موجود زنده بیش از میدان الکتریکی است. اثر میدان مغناطیسی در بدن موجود زنده بسته به فرکانس و شدت میدان و نیز نفوذپذیری و قابلیت هدایت الکتریکی اجسام، متغیر است.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

میدان‌های الکتریکی در بدن می‌توانند موجب حرکت بارهای الکتریکی شوند که طرز حرکت بارها نیز بستگی به ساختمان بدن دارد (Tosipanah, 1973).

در این مطالعه تأثیر شوری و دما و ولتاژ روی زمان بیهوشی و به‌هوش آمدن و نهایتاً صید گونه گامبوزیا بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که سه عامل شوری، ولتاژ و دما، بر مدت زمان بیهوشی ایجاد شده به وسیله شوک‌الکتریکی تأثیرگذار است. طبق نتایج به‌دست آمده، با افزایش ولتاژ، مدت زمان کمتری لازم است تا ماهیان بیهوش شوند و همچنین با افزایش ولتاژ، مدت زمان بیهوشی ماهی افزایش می‌یابد. تغییرات دمایی نیز بر مدت زمان بیهوشی ماهی تأثیرگذار است. به‌طوری‌که با افزایش دما زمان کمتری طول می‌کشد تا ماهی بیهوش گردد زیرا دما با تأثیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب نظیر هدایت‌الکتریکی و افزایش آن باعث کاهش مدت زمان بیهوشی می‌شود. تغییرات شوری نیز بر مدت زمان بیهوشی تأثیرگذار است. شوری نیز با اثر بر قابلیت هدایت‌الکتریکی آب باعث کاهش مدت زمان بیهوشی می‌گردد. به نظر می‌رسد تأثیر شوری بیشتر از دما و تأثیر ولتاژ بیشتر از این دو عامل باشد. با توجه به نتایج می‌توان عامل شوری و دما و ولتاژ را عامل‌هایی تأثیرگذار در بیهوشی و صید با این روش ذکر کرد.

در پاسخ ماهی‌ها به ولتاژ و جریان‌الکتریکی و میدان حاصله از آن می‌توان شنای اجباری یا ثابت ماندن و در نتیجه صید آسان را بیان کرد. هنگامی که جریان الکتریکی از یک الکترود به درون آب پخش می‌شود، در اطرافش میدان مغناطیسی شبیه آنچه در آهنرباست، بوجود می‌آید. خطوط جریان از یک الکترود به الکترود دیگر به صورت همگرا و مستقیم است. مقدار جریان جریان الکتریکی از یک الکترود به الکترود دیگر مستقل از فاصله آن‌ها از هم جدا می‌باشد. بیشترین میزان ولتاژ در ناحیه نزدیک به الکترود (آند) دیده می‌شود (Naderi, 2012) و با توجه به این که در طول آزمایش فاصله ماهی از آند ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده بود می‌توان گفت که تقریباً بیشترین میزان ولتاژ را دریافت کردند که میزان ولتاژ دریافتی یکی از عوامل مهم در بیهوشی ماهی است.

در میان فاکتورهای تأثیرگذار بر مدت زمان بیهوشی ماهی، مدت زمان قرارگیری در معرض شوک دهی نیز عامل مهمی است که هم بر درصد ماهیان بیهوش شده و هم بر مدت زمان بیهوشی آنها تأثیرگذار است (Naderi, 2012). به نظر می‌رسد استفاده از ولتاژهای پایین و در مدت زمان کوتاه شوک‌دهی برای بیهوش کردن کوتاه مدت ماهیان مناسب می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب برای صید ماهی، تلقی گردد.استفاده از ولتاژهای بالا می‌تواند در حمل و نقل بچه ماهیان در فواصل کم به کار گرفته شود. همچنین افزودن ابزارهای صیدالکتریکی به ابزارهای صید (تور، ترال، تورهای تله‌ای و ساینس نت‌ها) مانع از فرار ماهیان به دلیل بی‌حس‌کردن آن‌ها خواهد شد و بازده صید این روش‌ها را افزایش می‌دهد (Beaumont *et al*., 2006). از این رو تعیین بهترین ولتاژ برای بیهوشی چه در زمینه انتقال آن‌ها با این روش و چه در زمینه‌ی صید آنها ضروری به نظر می‌رسد.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

در رابطه با تأثیر طول ماهی در صید الکتریکی می‌توان گفت اگر طول بدن ماهی افزایش یابد، ولتاژ سر تا دم بیشتری دریافت می‌کند. به عبارت دیگر، سرعت جذب اختلاف پتانسیل برای رسیدن به الکتروتاکسی در نمونه‌های بزرگتر بیشتر است. در میان ماهی‌های یک گونه، ماهی‌های بزرگتر حساسیت بیشتری نسبت به جریان‌های الکتریکی نشان می‌دهند. سطح بدن این ماهیان بیشتر است در نتیجه جریان بیشتری جذب می‌کند. اگر شوک یکسانی به ماهی‌های کوچک و بزرگ اعمال شود ماهی‌های بزرگ‌تر شوک بیشتری را دریافت می‌کنند (Edo, 2011). همچنین ماهی‌های بزرگ بیشتر در معرض آسیب پذیری در نواحی پشتی، شکمی با جریان متناوب هستند (Barham *et al*., 1987). بنابراین برای کاهش مرگ و میر و یا آسیب به سیستم اسکلتی باید مدت زمان شوک‌دهی کوتاه باشد که در تحقیق حاضر هیچ نوع آسیب ظاهری مشخصی دیده نشد.

ویژگی‌های اکولوژی گونه‌های مختلف ماهی نیز در رفتار ماهیان در میدان‌الکتریکی تأثیرگذار است. چرا که رفتار ماهی در یک میدان الکتریکی با گروه رده بندی شده آن مطابقت دارد (Naderi, 2012). به عبارت دیگر هر گونه از ماهیان در میدان الکتریکی رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند.

میزان مرگ و میر و درصد آسیب دیدگی‌ها در ماهیان در معرض قرارگیری جریان‌الکتریکی به عوامل مختلفی مانند نوع جریان، اندازه ماهی، گونه ماهی و مدت زمان در معرض قرارگیری شوک، دمای آب و هدایت الکتریکی آب بستگی دارد (Lamarque, 1990). با توجه به این شرایط، کسب نتایج کاملاً مشابه هم، حتی در یک گونه ماهی دور از انتظار است. تأثیر شوری و دما و ولتاژ بر روی زمان بیهوشی و به هوش آمدن و نیز تلفات مشاهده شده در گونه گامبوزیا نشان داد که هیچ‌گونه مرگ و میر سریع و با تأخیری در میان گامبوزیا ماهیان وجود ندارد. این نتایج با مطالعات هودی (Hudy, 1985)، که میزان مرگ و میر را کمتر از ۲ درصد اعلام کرده بودند و همچنین با نتایج باررت و گراسمن (Barret and Gerassman, 1988)، که میزان مرگ و میر در مطالعات او کمتر از ۱ درصد بود مشابه است. این یافته‌ها نشان دهنده این است که صید ماهی با این روش و تحت شرایط مورد مطالعه، تأثیر چندانی بر روی بقای ماهی ندارد و می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب برای صید و جابجایی کوتاه مدت ماهی در نظر گرفته شود اما برای گونه‌های حساس باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد تا از مرگ و میر این گونه جلوگیری شود.

شوری و دما و جنس بستر اثر خود را به صورت تأثیر در هدایت‌الکتریکی آب نشان می‌دهند. یکی از علل دست‌یابی به بیهوشی مناسب را می‌توان هدایت‌الکتریکی بیان کرد که ارتباط بسیار مستقیمی با شوری و دما دارد و این عوامل از متغیرهای آزمایش ما بود. میزان بالای نمک‌ها در آب باعث افزایش بیشتر هدایت الکتریکی می‌شود. یون‌های موجود در آب بعنوان عوامل انتقال و هدایت الکتریسیته عمل می‌کنند (Zanjanchi, 2000). با افزایش مقدار شوری (NaCl) میزان یون‌های محلول در آب بیشتر شده



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

و در نتیجه قابلیت هدایت‌الکتریکی به سرعت افزایش یافته و جریان‌الکتریکی راحت‌تر به بدن ماهی منتقل می‌شود و زمان بیهوش شدن کاهش می‌یابد. با تغییر برخی فاکتورها مثل غلظت کاتیون‌ها، افزایش EC به صورت خطی نبوده بلکه به شکل نمایی افزایش خواهد یافت. رابطه بین EC و مجموع کاتیون‌ها یا آنیون‌ها از همبستگی بالایی برخوردار است. از میان کاتیون‌ها و آنیون‌ها سدیم و کلر بیشترین تأثیر را بر روی هدایت‌الکتریکی دارند. عمده قابلیت هدایت‌الکتریکی آب از کاتیون سدیم و آنیون کلر ناشی می‌شود (Afkhami *et al*., 2007). بنابراین می‌توان گفت افزایش شوری به دلایل فوق باعث کاهش در زمان بیهوشی گردیده است. نوع یون‌های محلول نیز بر هدایت‌الکتریکی آب تأثیر می‌گذارد. افزایش غلظت یون‌ها موجب افزایش هدایت می‌شود (Alizadeh, 2009). براساس نتایج این پژوهش، تغییرات شوری با استفاده از کلرید سدیم (NaCl) باعث افزایش هدایت الکتریکی شد که در نتیجه زمان‌های بیهوشی و بازگشت از بیهوشی تفاوت‌هایی مشاهده شد.

هدایت الکتریکی آب و هدایت بدن ماهی به‌طور مؤثری با افزایش دما افزایش پیدا می‌کند (Snyder and Johnson, 1991). در واقع، در درجه حرارت‌های بالا، یون‌ها تحرک خود را افزایش می‌دهند. به ازای هر یک درجه سانتی‌گراد افزایش دما در حدود ۲/۵ درصد به هدایت‌الکتریکی افزوده می‌شود (Snyder and Johnson, 1991). بنابراین می‌توان علت دست‌یابی به مدت زمان بیهوشی پایین در دماهای بالا، موارد فوق را ذکر کرد.

تحقیق حاضر یک مطالعه مقدماتی بوده که نیازمند تحقیقات بیشتر این زمینه می‌باشد. همانطور که اشاره گردید فاکتورهای زیادی مانند میزان ولتاژ، شوری، نوع جریان و دما و... در صید ماهی به وسیله جریان الکتریسیته مؤثر است و تغییر در هریک از این شرایط تأثیر زیادی بر مدت زمان بیهوشی و در نتیجه، صید دارد. با توجه به این که برای گونه گامبوزیا با این روش هیچ گونه تلفاتی دیده نشد می‌توان گفت صید ماهی با این روش با شرایط مورد مطالعه برای این گونه‌ها می‌تواند به‌عنوان روشی مطمئن و انسانی برای بیهوشی و صید استفاده گردد. با توجه به این که بسیاری از گونه‌ها در لیست گونه‌های در خطر انقراض می‌باشند باید دامنه ولتاژ متناسب با شرایط آب محیط مشخص گردد تا بدون آسیب رساندن به گونه بتوان ارزیابی‌ها را انجام داد چرا که پیشگیری از مرگ و میرهای غیر ضروری در طول نمونه‌برداری مهم‌ترین نکته است. تحقیقات گسترده توسط محققین مختلف نشان داده که استفاده از صیدالکتریکی کاملاً برای ماهی‌ها بی ضرر نیست و در صورت استفاده از روش‌های نامناسب مانند ولتاژ خیلی بالا و برای مدت طولانی اشکالات جدی ایجاد می‌کند. همچنین به دلیل تأثیرات کمتر این روش نسبت به برخی از مواد شیمیایی مورد استفاده در زمینه بیهوشی ماهی، می‌تواند جایگزین این مواد گردد.



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

## منابع

Abdoli B. 1997. Freshwater fishes of Iran. Museum of Nature and Wildlife. Printing Publications of Tehran Mana, 378 p. (In Persian).

Abdoli A., Naderi M. 2008. Fish biodiversity southern Caspian Sea. Marine scientific publications. Pages 103, 168 and 221. (P. 237). (In Persian).

Afkhami M., Shaariat M., Jaafarzade N., Ghadiri H., Nabizadeh R. 2007. Regional water quality management for the Karun-dez River basin, Iran. Water and Environment Journal, 21: 192-199.

Alizadeh A. 2009. Relationship between soil and vegetation. University Press of Imam Reza, 484 p. (In Persian).

Arndt S.K., Baxter J.S. 2012. Consumption of Juvenile Bull Trout (*Salvelinus confluentus)* by Larger Conspecifics during an Electrofisher Sampling Event. Journal of Ecosystems and Management, 13(2): 1-4.

Barham W.T., Schoonbee H.J., Visser J.G.J. 1987. The use of electronarcosis as anaesthetic in the cichlid *Oreochromis mossambicus* Peters (Pisces: Cichlidae). I. General experimental procedures and the role of fish length on the narcotising effects of electric currents. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 54: 617-622.

Barrett J.C., Grossman G.D. 1988. "Effects of Direct Cunent Electrofishing on the Mottled Sculpin. North American Joumal of Fisheries Manasement, 8: 152-166.

Beaumont W.R.C., Peirson G., Lee M.J. 2006. Factors affecting the characteristics and propagation of voltage gradient fields from electric fishing anodes. Fisheries Management and Ecology, 13: 47-52.

Beaumont W.R.C., Taylor A.A.L., Lee M.J. 2002. Guidelines for Electric Fishing Best Practice Environment Agency R&D Publication SW2-054-TR-E-E, ISBN: 1 85705 636 1, 206 pp. Pdf file downloadable from: http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/SW2-054-TR-e-e.pdf.

Benejam L., Alcaraz C., Benito J., Caiola N., Casals F., Mecada-Veiga A., Sostoa A., Garcia-Berthu E. 2012. Fish catchability and comparison of four electrofishing crews in Mediterranean streams. Fisheries Research, 15(9): 123-124.

Edo D.A. 2011. Numerical Simulations of Seawater Electro-Fishing Systems, Numerical Simulations of Physical and Engineering Processes, Prof. Jan Awrejcewicz (Ed.), ISBN: 978-953-307-620-1, In Tech, vailableom: http://www.intechopen.com/books/numerical-simulations-of-physical-and engineering processes/ numerical-simulations-of-seawater-electro-fishing-systems.

Ghorbani R., Mollaei M., Hajimoradloo A., Chitsaz H. 2008. Study of benthic founa and some biological characters of Gambusia holbrooki on the adjusted channel



[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

of Gomishan Lagoon. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14. (In Persian).

Holliman F.M., Kwak T.J., Cope W.G., Levine J.F. 2007. Exposure of Unionid Mussels to Electric Current: Assessing Risks Associated with Electrofishing. Transactions of the American Fisheries Society, 136: 1593–1606.

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.

Khanipour A.A. 2009. The translation of fishing gear and fishing technology, Melnikof, V. N. Iranian Fisheries Research Institute Publications, 422 p.

Lamarque P. 1990. Electrophysiology of fish in electric fields. In: Fishing with Electricity. Applications in Freshwater Fishery Management (Edited by I.G. Cowx and P. Lamarque). Fishing News Books, Oxford, 248p.

Naderi Z. 2012. Effects of fishing in voltage electrical injuries and anesthesia time of the creation of common carp. MSc Thesis, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 57 p.

Otto R.G. 1973. Temperature tolerance of the mosquito fish, *Gambusia affinis* (Baired and Girard). Journal of Fish Biology, 5: 575-585.

Patimar R. 2004. Diversity within populations and among populations of the word fish pond in four province. Ph.D. Dissertation Fisheries. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 169 p. (In Persian)

Polačik M., Janáč M., Trichkova T., Vassilev M., Jurajda P. 2008: The distribution and abundance of the Neogobius fishes in their native range (Bulgaria) with notes on the non-native range in the Danube River. Large Rivers, 18: 193-208.

Rateby P. 1998. Reviews Capoeta Qomroud Biosystematic fish. Master's thesis, Martyr Beheshti University, 100 p. (In Persian)

Snyder D.E. Johnson S.A. 1991. lndexed Bibliography of Electrofishing Literature, Larval Fish Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

Tosipanah M. 1973. Things about electric and magnetic fields produced by transmission systems. Engineering management and technical reviews. Tavanir Company.

Zanjanchy M.A. 2000. Electro-chemical methods. Gilan University Press, 438 p. (In Persian)

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02 ]