



# شیل

<https://shilsj.ut.ac.ir>



## کاربرد روش بازخورد زیستی در رفتارشناسی ماهیان

محمدحسن گرامی <sup>۱\*</sup>، امید صفات <sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دکتری شیلات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه شیراز، شیراز

\*مسئول مکاتبات: [m.h.gerami@gmail.com](mailto:m.h.gerami@gmail.com), [m.h.gerami@gonbad.ac.ir](mailto:m.h.gerami@gonbad.ac.ir)

| نوع مقاله:    | چکیده  |
|---------------|--|
| مروری         | علم بازخورد زیستی یکی از جدیدترین علوم در شناخت رفتارهای مختلف جانوری است. این علم بر پایه‌ی درک سیگنال‌های دریافتی از نمونه‌ی مورد آزمایش و تبدیل این سیگنال‌ها به مقادیر عددی، سعی در کنترل ذهن بر بدن دارد. در صورتی که این علم در رفتارشناسی آبزیان به کار رود، می‌تواند درهای جدیدی از این علم را بگشاید و به کنترل بهتر انسان بر زندگی آبزیان و شناخت درونی آن‌ها منجر شود. پژوهش حاضر به بررسی روش‌های مختلف کاربرد این علم در رفتارشناسی ماهی پرداخته است. |
| تاریخ دریافت: | ۱۳۹۶/۱۲/۱  |
| تاریخ انتشار: | ۱۳۹۶/۱۲/۲۸   |
| واژگان کلیدی: | بازخورد زیستی<br>ماهی شناسی<br>رفتارشناسی  |

### مقدمه

بازخورد زیستی روشی نوین است که در قدم اول برای کنترل ذهن بر بدن انسان پی‌ریزی شد (Schwartz and Andrasik, 2003). روش کار بدین صورت است که بر اساس حسگرهای الکتریسیته متصل به بدن، بازخوردهای زیستی از بدن فرد ثبت شده و سپس بر اساس آن، چگونگی رفتار در برابر بازخوردهای غیرنرمال پی‌ریزی می‌شود. اندام هدف، یا به عبارت دیگر، فعالیت‌های هدف در پروسه‌ی بازخورد زیستی، فعالیت‌های غیر ارادی هستند. به بیان دیگر، در روش بازخورد زیستی سعی می‌شود که مکانیسم فعالیت‌های غیر ارادی کشف شود تا فرد کنترل بیشتری بر سیستم سلامتی خود داشته باشد. محققین روش‌های موفقیت‌آمیز مختلفی برای کاربرد بازخورد زیستی کشف کرده‌اند که عبارتند از بازخورد امواج مغزی، تنفس، ضربان قلب، حرکت ماهیچه‌ها، غدد تعرق و دمای سطح بدن که تمامی آن‌ها توسط سنسورهای الکتروکاردیاف ثبت می‌شوند (Scrimali et al., 2015, Tsaih et al., 2015, van der Zwan et al., 2015, Pollock et al., 2015, Myers and Young, 2012, Garbarino et al., 2014).

مطالعات بسیار کمی در مورد استفاده‌ی بازخورد زیستی در جانوران دیگر انجام شده است. در واقع به دلیل اینکه در این روش اول بایستی فرد مورد آزمایش توسط ادراک خود، ذهن خود را به سمت بهبود بدن خود پیش ببرد، کاربرد آن در جانورانی که فاقد



شعور و ادراک هستند امری بسیار سخت است. با این حال، مطالعات محدود کاربردی این روش در جانوران به سمت ادراک رفتار آن‌ها رفته است تا بر اساس شعور انسانی، ذهن جانور تحت کنترل قرار گیرد. Gruber و Taub (1998) اظهار داشتند که با تکیه بر توانایی بازخورد زیستی توانستند به چهار میمون آموزش بدهند که چگونه تنش دمایی بدن خود را کنترل کنند و عنوان کردند کاربرد بازخورد زیستی فقط به انسان محدود نمی‌شود. بزرگترین کاربرد بازخورد زیستی در جانوران این است که با دریافت بازخورد زیستی توسط دستگاه و کوانتومی کردن این بازخورد، انسان هرچه بهتر می‌تواند به درک احساسات، التهابات، مسمومیت، و یا حتی درجه‌ی لذت حیوان از غذای دریافت شده را محاسبه کند. به عنوان مثال Miller (1985) اظهار داشت که با تحریک مرکز لذت در مغز یک موش فلج به وسیله الکتروسیته، امکان این وجود دارد که بتوان آن‌ها را برای کنترل آثار متفاوتی از جمله ضربان قلب، فشار خون، دمای بدن و... آموزش داد.

لذا پژوهش حاضر در صدد است تا با نگاهی گذار، روش‌های مورد استفاده در رفتار شناسی و یا حتی آموزش ماهیان به رفتار خود-بهبودی را بررسی کند. از طرف دیگر، در صورت موفقیت آمیز بودن این روش، دیگر نیازی به پروسه‌ی کالبد شکافی جانور جهت شناسایی آسیب‌های وارده در طی دوره‌ی آزمایش در بسیاری از آزمون‌ها نیست. این روش می‌تواند قدم مثبتی برای انجام آزمایش‌هایی باشد که درگیر ملاحظات اخلاقی هستند. همچنین می‌توان با استفاده از این روش گونه‌هایی که در خطر انقراض هستند (مانند ماهیان خاویاری) را بیشتر در معرض آزمون قرار داد بدون این که به آن‌ها آسیبی برسد.

## کاربرد

تاکنون پژوهشی بر کاربرد بازخورد زیستی در رفتار شناسی ماهیان انجام نشده است. البته یکی از بزرگترین موانع، ساخت سنسورهایی است که بتوان به ماهی وصل کرد و این سنسورها در زیر آب نیز کاربرد داشته باشند. از طرف دیگر سنسورهای حرارتی و مادون قرمز و امواج سنجی کاربرد وسیعی در محیط‌های آبی دارند که می‌توان از آن‌ها برای سنجش بازخورد زیستی تا حدودی استفاده نمود.

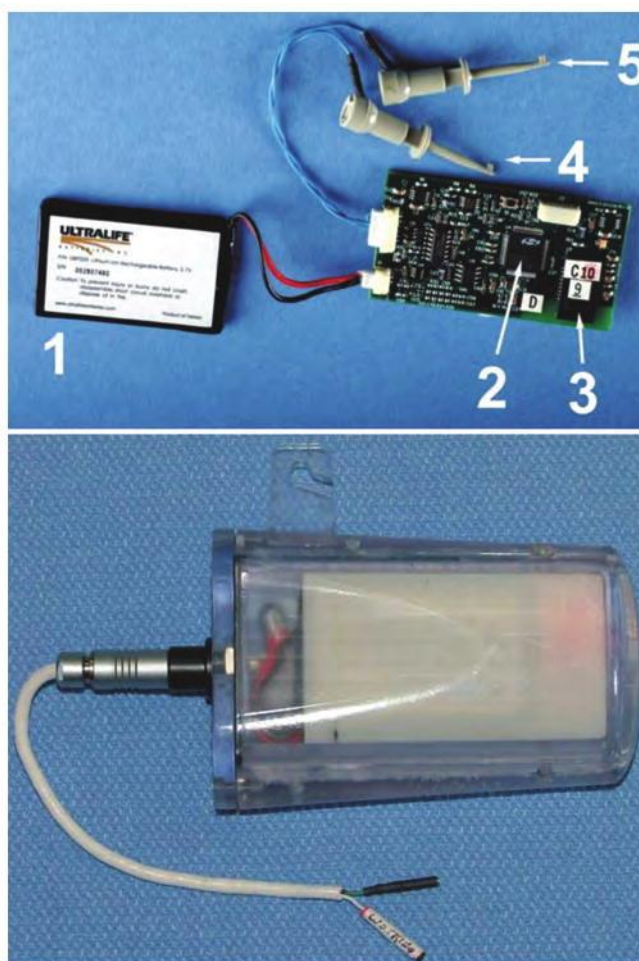
اطلاعات ما نسبت به مکانسیم شکل‌گیری رفتار در ماهیان رو به افزایش است. اصلی‌ترین نکته‌ای که در مورد شکل‌گیری رفتار ماهیان به اثبات رسیده است، این است که انتقال دهنده‌های مونوآمین که اپی نفرین، نور اپی نفرین، دوپامین و سروتونین هستند، مهم‌ترین بخش از این مکانسیم هستند (Oliveira 2012; Teles et al. 2013; Winberg and Nilsson 1993). علی‌الخصوص سیستم سروتونین (5-hydroxytryptamine, 5-HT) که مسئول رفتارهای زیادی نظیر استرس‌های مختلف محیطی، رفتار تغذیه‌ای و چالش‌های سیستم ایمنی بدن است (Winberg and Nilsson 1993). حتی سروتونین در برخی از آبزیان هرمافرودیت نظیر *Thalassoma duperry* نقش اساسی در عملکرد غدد درون ریز جهت تغییر جنسیت دارد (Larson et al. 2003). دوپامین نیز نقش تعیین کننده‌ای در سیستم لذت آبزیان در مغز دارد که در رفتار این آبزی در سیستم پرورشی تاثیر بسزایی دارد (Messias et al., 2016). Vindas و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند که در صورتی که ماهی سالمون در مواجهه با استرس مزمن قرار گیرد، فاکتورهای نوروتروفیک مغز در بخش تین سفالن به مرور نقش کمتری می‌گیرند و ماهی لذت غذا خوردن را فراموش می‌کند. همانند پستانداران، شکل‌پذیری رفتار ماهیان نیز بر اساس شکل‌پذیری وابسته به سلسله اعصاب درونی است (Sørensen and Johansen, 2013) که در دو طبقه‌ی اصلی جای می‌گیرد: تغییر رفتار شیمیایی که شامل تغییر رفتار در برابر محرک خارجی است و توسط تعدیل‌کنندگان عصبی (neuromodulators) مانند انتقال دهنده‌گان عصبی مونوآمین شکل می‌گیرد و دوم تغییر رفتار ساختاری که پروسه‌ی ژنتیکی رشد عصبی و آرایش درختی دندریت‌ها است (Sørensen and Johansen, 2013). لذا با یافتن روش مناسبی که بتوان بر اساس آن پروسه‌ی عصبی آبزی را کنترل کرد، می‌توان امیدوار شد که سیستم مغزی آبزی را هک کرده و عملکرد آن را در کنترل قرار داد. از طرف دیگر در طی فصل تولید مثل ماهیان، سطح آندروژن در نرها و سطح استروژن پروژسترون در ماده‌ها افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها تحت کنترل محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد جنسی هستند. به طوری که هیپوتالاموس هورمون آزاد کننده‌ی گنادوتروپین رو ترشح می‌کند که این هورمون باعث می‌شود تا هیپوفیز هورمون جسم زرد را ترشح کرده و



هورمون تحریک کننده‌ی فولیکول درون خون رها شود (Juntti and Fernlad, 2016). بنابراین در صورتی که بتوان از طریق بازخورد زیستی، کنترل هیپوتالاموس را در دست گرفت، به سادگی می‌توان کنترل تولید مثلی آبی را فرمول سازی کرد. بنابراین با دست‌یابی به متدی که بازخورد تغییر در میزان سطح سروتونین، دوپامین و هورمون‌های جنسی را کووانتومی بکند، می‌توان تحولی بسیار عظیم در سم‌شناسی، رفتار شناسی تغذیه‌ای، رفتارشناسی تولید مثل و رفتارهای دیگر آبی که بازخوردی از تغییرات اندازه‌گیری شده هستند، به وجود آورد.

### دستگاه‌های قابل استفاده

Griessenauer و همکاران (۲۰۱۲) اظهار داشتند که دستگاه بی‌سیم برای پایش سروتونین و دوپامین در بدن موش‌های آزمایشگاهی طراحی کرده‌اند. عملکرد دستگاه بر اساس Fast-scan cyclic voltammetry بود که بر پایه‌ی میکروالکترودهای فیبر-کربنی کار می‌کرد. این دستگاه بسیار کوچک بوده که قابلیت استریلیزه شدن دارد و تحت مجوز FDA است. مشتقات این دستگاه یک میکروکمپرسور، فرستنده و گیرنده‌ی بلوتوث و یک مادربرد که با باتری کار می‌کند، است. شکل ۱ به طور کلی این دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۱: بالا: دستگاه پایش بازخورد زیستی. ۱: باتری، ۲: پردازنده، ۳: بلوتوث، ۴: الکتروود بکارگیرنده در آزمایش، ۵: الکتروود مرجع. پایین: دستگاه در پوشش استریلیزه

دستگاه دیگری که به تازگی در مرحله‌ی آزمایش قرار گرفته است، دستگاه تست گلوکز خون بر اساس امواج میکروویو است (Cardiff University, 2016). شکل ۲ نمونه‌ی نهایی این دستگاه است که به دلیل تجاری بودن مکانسیم اثر این دستگاه عنوان نشده است. البته لازم به ذکر است که دستگاه بر اساس نمونه‌ی انسانی کار می‌کند



شکل ۲: دستگاه تست گلوکز خون بدون استفاده از نمونه‌ی خونی

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که علم بازخورد زیستی به شدت در حال توسعه است. علم بازخورد زیستی می‌تواند در جنبه‌های مختلف آبیان کاربرد وسیع داشته باشد. این علم هنوز در اوایل مسیر است و کاربرد آن در نمونه‌های انسانی و یا آزمایشگاهی محدود شده است. محققین ماهی‌شناسی بایستی این علم را به کار برده و در گسترش و شناخت بهتر رفتارشناسی ماهی قدم بردارند.

#### منابع

- Cardiff University. (2016).** Microwave device to monitor diabetes. Available at <http://www.cardiff.ac.uk/news/view/285076-microwave-device-to-monitor-diabetes>.
- Garbarino M., Lai M., Bender D., Picard R. W. and Tognetti S. (2014).** November. Empatica E3—A wearable wireless multi-sensor device for real-time computerized biofeedback and data acquisition. In *Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth)*, 2014 EAI 4th International Conference on 39-42.
- Griessenauer C. J., Chang S. Y., Tye S. J., Kimble C. J., Bennet K. E. Garris, P. A. and Lee K. H. (2010).** Wins-Based Wireless Electrochemical Monitoring of Serotonin (5-HT) using Fast-Scan Cyclic Voltammetry: Proof of Principle. *Journal of neurosurgery* 113(3), 656-665.
- Juntti S. A., and Fernald R. D. (2016).** Timing reproduction in teleost fish: cues and mechanisms. *Current opinion in neurobiology* 38, 57-62.
- Messias J. P., Paula J. R., Grutter A. S., Bshary R. and Soares M. C. (2016).** Dopamine disruption increases negotiation for cooperative interactions in a fish. *Scientific reports*, 6. doi: 10.1038/srep20817
- Miller Neal E. (1985).** The value of behavioral research on animals. *American Psychologist* 40: 423.
- Myers J. E. and Young J. S. (2012).** Brain wave biofeedback: Benefits of integrating neurofeedback in counseling. *Journal of Counseling & Development* 90(1), 20-28.
- Oliveira R. F. (2012).** Social plasticity in fish: integrating mechanisms and function. *Journal of Fish Biology* 81, 2127-2150.
- Pollock S., O'Brien R., Makhija K., Hegi-Johnson F., Ludbrook J., Rezo A., Tse R. et al. (2015).** "Audiovisual biofeedback breathing guidance for lung cancer patients receiving radiotherapy: a multi-institutional phase II randomised clinical trial." *BMC cancer* 15(1), 526-534.
- Schwartz M. S. and Andrasik F.E. (2003).** *Biofeedback: A practitioner's guide*. Guilford Press. 727pp.
- Scrimali T., Tomasello D. and Sciuto M., (2015).** Integrating electrodermal biofeedback into pharmacologic treatment of grand mal seizures. *Frontiers in human neuroscience*, 9. doi: 10.3389/fnhum.2015.00252
- Sørensen C., Johansen I.B. and Øverli Ø. (2013).** Neural plasticity and stress coping in teleost fishes. *Gen Comp Endocrinol* 181, doi: 10.1016/j.ygcen.2012.12.003
- Teles M.C., Dahlbom S.J., Winberg S. and Oliveira R. F. (2013).** Social modulation of brain monoamine levels in zebrafish. *Behavioral Brain Research* 253: 17-24.

- Tsaih P. L., Chiu M. J., Luh J. J., Yang Y. R. and Hu M. H. (2015).** Effects of electromyographic biofeedback muscle training on motor function and cortical excitability in stroke patients. *Physiotherapy*, (101), e1538-e1539.
- Van der Zwan J. E., de Vente W., Huizink A. C., Bögels S. M. and de Bruin E.I. (2015).** Physical Activity, Mindfulness Meditation, or Heart Rate Variability Biofeedback for Stress Reduction: A Randomized Controlled Trial. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 40(4), 257-268.
- Vindas M. A., Sørensen C., Johansen I.B., Folkedal O., Höglund E., Khan U. W., Stien L. H., Kristiansen T. S., Braastad B. O. and Overli O. (2014).** Coping with unpredictability: dopaminergic and neurotrophic responses to omission of expected reward in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *PloS one*, 9(1), e85543.
- Winberg S. and Nilsson G. E. (1993).** Roles of brain monoamine neurotransmitters in agonistic behavior and stress reactions, with particular reference to fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 106, 597-614

## Application of Biofeedback in Fish Ethology

Mohammad Hasan Gerami<sup>1</sup> \*, Omid Sefat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Young researchers and elite club, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz

<sup>2</sup> Department of industrial management, Shiraz University, Shiraz

\*Corresponding author: [m.h.gerami@gmail.com](mailto:m.h.gerami@gmail.com), [m.h.gerami@gonbad.ac.ir](mailto:m.h.gerami@gonbad.ac.ir)

### Abstract

Biofeedback is new science in field of animal ethology. This science works with sensor receptor and quantifying these receipt based on resource act. In this paper, new methods in biofeedback were reviewed and some new biofeedback devices were introduced. The main purpose of this study is to find a way to apply biofeedback in fish ethology to help in improving our science about these aquatic animals.

**Keywords:** Biofeedback, Ichthyology, Ethology



(Scan me)

جهت دسترسی به نسخه آنلاین بارکد مقابل را اسکن نمایید

### How to cite this article:

Gerami M. H. and Sefat O. (2018). Application of Biofeedback in Fish Ethology. Shil, 5 (4), 171-176.

گرامی، م. ح. و صفات، ا. (۱۳۹۶). کاربرد روش بازخورد زیستی در رفتارشناسی ماهیان. شیل، ۵ (۴)، ۱۷۶-۱۷۱.

