



Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>
Original Article



Diet analysis *Salmo caspius* in the Tonekabon River

Nasim Parnian¹, Asghar Abdoli¹, Leila Abdoli^{2*}

1. Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

2. Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology- University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

* Corresponding Author Email: l.abdoli@hormozgan.ac.ir

Received: 7 February 2024

Revise Date: 17 February 2024

Accepted:

Abstract:

The present study was conducted to determine the food habits *Salmo caspius* in the Tonekabon River. A total of 63 specimens (42 males and 21 females) were caught using electrofishing in January 2016. The range of total length for males and females was 10.3-17.0 and 10.4-19.3 cm, respectively. The range of weight of males and females was 8.1- 46.1 and 8.05-76.12 g, respectively. After counting and identifying the contents of the stomach, four prey, *Trichoptera*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, and *Diptera* were identified. *Trichoptera* (37.60%) and *Diptera* (52.24%) showed the highest relative frequency. According to the Castello model, and the relative frequency of eaten prey, the feeding strategy of brown trout was general. The predominant prey was *Trichoptera*, and the female specimens feed on *Trichoptera* exclusively. The mean Shannon index of males and females were 1.26 and 1.12, respectively, and there was no significant difference in the mean Shannon index between males and females ($p > 0.05$). The mean Evenness index for males and females were 0.95 and 0.81, respectively, but there was no significant difference in the mean of Evenness index between males and females ($p > 0.05$). The relative gut length (RLG) was 0.073 which suggests the carnivorous diet composition of *Salmo caspius* Tonekabon River.

Keywords: Red Spotted Salmon, Tonekabon River, Costello, Shannon Index

1. INTRODUCTION

Food webs describe the pathways of material and energy movement in ecosystems (Bellmore et al., 2013). When the food web is understood, the importance of different species in community metabolism, their role in ecosystem dynamics and resilience, and a better understanding of species interactions can be addressed (Sanchez-Hernandez and Cobo, 2012; Krebs, 2011). Many organisms have different dietary regimes throughout their life cycles, and this dietary regime change affects the structure of the food web and the ecological relationships of those organisms with their habitats (Malmstrom, 2010). Salmonids (Salmonidae) are positioned at high trophic levels in lotic ecosystems and play a key role in transferring energy to higher trophic levels. The *Salmo caspius* is a species of the subfamily Salmonidae and genus *Salmo* Linnaeus, (1758). This species is a cold-water fish (below 21 degrees Celsius) (Réalis-Doyelle et al., 2016). Primarily a freshwater species, it is usually found in rivers, lakes, streams, dams, and cool mountainous tributaries (Réalis-Doyelle et al., 2016) and has managed to establish stable populations in most of these habitats (Turrero et al., 2013). Generally, the most important determinants of the brown trout's diet can be attributed to habitat (Craig et al., 2002), season (Llanso et al., 1998), prey availability (Lagarigue et al., 2002), ontogeny (Groth et al., 2014), gender (Laegdsgaard and Johnson, 2001), and age (Elliott, 1967).

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



The quality and quantity of food consumed by fish result from the relationship between the environment and the fish, and analyzing stomach contents is essential to understanding this relationship (Smith et al., 1993). Various methods have been described to demonstrate the importance of prey diversity and dietary regime changes within fish populations and to identify the general feeding strategy of a population (Macneale et al., 2010), including the Costello graphical method (Costello, 1990), which can be used to demonstrate differences in feeding habits and prey importance (Sanchez et al., 2012; Cobo et al., 2015). Additionally, differences in feeding patterns can be shown using graphs generated by the Costello graphical method. This study aims to investigate the diet of brown trout in the Tonekabon River using the Costello graphical model.

2. MATERIALS AND METHODS

Sampling was conducted during the autumn (November, 2018) from the Tonekabon River using an electroshock device with voltages ranging from 200 to 300 volts. Fish stunned by the shock were collected using a scoop net with a 5-millimeter mesh size installed downstream of the river. Sampling was carried out at approximately 8 times the width of the river at each station. The samples were fixed in a 10% formalin solution and transferred to the laboratory. Upon arrival at the laboratory, total length was measured with an accuracy of 0.1 centimeters and total weight with an accuracy of 0.01 grams using a measuring board and a digital scale, respectively (Fafioye, 2005). To assess the nutritional status of the species in terms of dietary regime type (carnivorous, herbivorous, or omnivorous), the Relative Length of Gut (RLG) index was used. The Vacuity Index (Euzen, 1978) was employed to determine the percentage of empty stomachs. To determine the importance of prey and dietary strategies, the modified Costello graphical method (Costello, 1990), revised by Amundsen et al. (1996), was utilized. The Shannon-Wiener index was used to evaluate the ecological niche breadth (Marshall and Elliot, 1997). The evenness index was used to assess the feeding strategies of the fish (Sánchez-Hernandez and Cobo, 2012).

3. RESULTS

Out of 64 fish caught in the Tonekabon River, 21 specimens were female and 42 specimens were male. The length range of male and female fish was 5.7-18.5 cm and 5.6-21.5 cm, respectively, while the weight range of male and female fish was 65.5-99.3 g and 59.2-95.4 g, respectively. The Relative Length of Gut (RLG) index for the total samples, male specimens, and female specimens was calculated as 0.073. This value indicates a carnivorous diet for the sampled brown trout ($RLG < 1$). The Vacuity Index for the total samples, male specimens, and female specimens was calculated as 15.87%, 4.76%, and 10.38%, respectively. Based on these values, the sampled fish were found to be well-fed, with males being slightly more well-fed than females. Examination of the gut contents revealed that *Tricoptera* was the primary food item for both the total samples and male and female specimens. The Costello graphical model, based on the percentage of consumed food items, showed that the feeding strategy of the brown trout was general, with *Tricoptera* being the predominant prey for both males and females. Female specimens were observed to specialize in feeding on *Tricoptera*. The Shannon index was calculated as 1.27 for the total samples, 1.26 for males, and 1.12 for females. There was no significant difference between the mean Shannon index of male and female fish ($p=0.726$). Spearman correlation results showed a weak, nonsignificant negative correlation between the total length of fish and their gut content Shannon index ($r=-0.067$, $p=0.666$). The evenness index was calculated as 0.95 for the total samples, 0.95 for males, and 0.81 for females. There was no significant difference between the mean evenness index of male and female fish ($p=0.953$). Spearman correlation results showed a weak, nonsignificant negative correlation between the total length of fish and their evenness index ($r=-0.159$, $p=0.302$).

4. DISCUSSION

The Shannon index for the total samples, male specimens, and female specimens was calculated as 1.27, 1.26, and 1.12, respectively. The lack of significant difference between the mean Shannon index of male and female fish indicates that gender does not influence the diet of brown trout in the studied river, which is consistent with previous reports (Azizi et al., 2014; Montori et al., 2006; Kara and Alps, 2005). The evenness index was found to be 0.95 for male fish and 0.81 for female fish, with no significant difference observed between the sexes. The evenness index of gut contents indicates the feeding strategy of fish. Based on this, the feeding strategy of the specimens studied was general, which aligns with previous findings (Sanchez-Hernandez and Cobo, 2012; Oscoz et al., 2008; Jorgensen et al., 2000). However, some researchers believe that the diet of this fish species is specialized, with limited ecological breadth (Riofrío-Lazo et al., 2022). Furthermore, the lack of correlation between total length and evenness index suggests that the feeding strategy of fish does not change with size and

growth. In this study, the average Relative Length of Gut (RLG) index was determined to be 0.073, indicating a carnivorous diet for brown trout, which is supported by the composition of consumed prey species (Salavatian et al., 2011). Similarly, Salavatian et al. (2011) reported an RLG index of 0.86, confirming the carnivorous diet of this species. The fish's tendency to be well-fed may be due to the consistent availability of prey throughout the year (Azizi et al., 2014). Examination of the stomach contents of the samples in this study revealed that all consumed prey was from invertebrates, consistent with previous studies (Salavatian et al., 2011; Montori et al., 2006; Kara and Alp, 2005). According to the Costello graphical model, the feeding strategy of the specimens studied in this research was general, with *Tricoptera* being the predominant prey for both males and females and female specimens specializing in feeding on *Tricoptera*. The prevalence of *Tricoptera* and Diptera as primary food items, and *Ephemeroptera* and *Pelicotera* as secondary food items, aligns with previous studies (Salavatian et al., 2011; Fakharzadeh et al., 2008; Araghi, 1998). The dietary habits of brown trout vary across different rivers, seasons, and body sizes due to fluctuations in prey availability in different habitats and seasons. Additionally, dietary changes are influenced by the age of brown trout, as their ability to ingest, digest, and absorb prey depends on their size and usually broadens with increasing body size (Espinoza and Bertrand, 2014; Eloranta et al., 2010; Platell et al., 2007). The *Salmo caspius* species is opportunistic, versatile, and generalist in its feeding behavior, adapting its diet to changes in prey availability and utilizing the energy obtained for growth and gonadal development.

References:

- Abdoli, A., Radmehr, N., Bolhassani, A., Eidi, A., Mehrbod, P., Motevalli, F., Kianmehr, Z., Chiani, M., Mahdavi, M., Yazdani, S. and Ardestani, M.S., 2017. Conjugated anionic PEG-citrate G2 dendrimer with multi-epitomic HIV-1 vaccine candidate enhance the cellular immune responses in mice. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 45(8), pp.1762-1768. <http://dx.doi.org/10.1080/21691401.2017.1290642>.
- Azizi, Z. Abdoli, A. Kiabi, b. Ahmadi and A. Golzarianpour, K., 2014. Comparison of the effectiveness of different methods for determining the eating habits of red spotted salmon in the Delichai River (Lar National Park, Tehran Province. *Journal of applied ichthyological research*, 3(4), pp. 1-17 (in Persian).
- Costello, M.J., Edwards, J. and Potts, S.G.W., 1990. The diet of the two-spot Goby, *Gobiusculus flavescens* (Pisces). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70 (2), pp. 329-342. <https://doi.org/10.1017/S002531540003544X>.
- Espinoza, P and Bertrand, A., 2014. Ontogenetic and spatiotemporal variability in anchoveta *Engraulids ringens* diet off Peru. *Journal of Fish Biology*, 84(2) :422- 435. <https://doi.org/10.1111/jfb.12293>.
- Fafioye, O.O., 2005. Plants with piscicide activities in southwestern Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5(2), pp. 91-97
- Salavatian, M., Gholiev, Z., Aliev, A. and Abassi, K., 2011. Feeding behavior of brown trout, *Salmo trutta fario*, during spawning season in four rivers of Lar National Park, Iran', *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 9(2), pp. 223-233.
- Sánchez-Hernández, J. and Cobo, F., 2012. Summer differences in behavioral feeding habits and use of feeding habitat among brown trout (Pisces) age classes in a temperate area. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), pp.468-478. <http://dx.doi.org/10.1080/11250003.2012.670274>
- habits and use of feeding habitat among brown trout (Pisces) age classes in a temperate area. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), pp.468-478. <http://dx.doi.org/10.1080/11250003.2012.670274>



مقاله پژوهشی

Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>



بررسی رژیم غذایی ماهی قزل آلاي خال قرمز (*Salmo caspius*) در رودخانه تنکابن

نسیم پرنیان^۱، اصغر عبدلی^۱، لیلا عبدلی^{۲*}

۱. گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم ها، پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲. گروه شیلات دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: l.abdoli@hormozgan.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۸

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2023.375126.2507

چکیده

در این مطالعه رژیم غذایی ماهی قزل آلاي خال قرمز *Salmo caspius* در رودخانه تنکابن مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۶۳ نمونه ماهی (۴۲ ماهی نر و ۲۱ ماهی ماده) در دی ماه ۱۳۹۷ با دستگاه الکتروشوکر از این رودخانه صید گردید. دامنه طولی ماهیان نر و ماده به ترتیب (۱۸/۵-۷/۵) و (۲۱/۵-۶/۵) سانتی متر و دامنه وزنی آنها به ترتیب (۳/۶۵-۹۹/۵) و (۵۹/۴۲-۲/۹۵) گرم محاسبه شده است. پس از بررسی محتویات معده چهار ایتیم غذایی شناسایی شدند که عبارتند از: *Diptera*، *Plecoptera*، *Ephemeroptera* و *Trichoptera*. در مجموع نمونه ها *Trichoptera* با ۶۰/۳۷٪ و *Diptera* با ۵۲/۲۴٪ بیشترین فراوانی نسبی حضور را داشتند. براساس مدل کاستلو و درصد فراوانی نسبی طعمه های خورده شده استراتژی غذایی ماهی قزل آلاي مورد بررسی عمومی می باشد. طعمه غالب آن ها *Trichoptera* بوده و نمونه های ماده از طعمه غذایی *Trichoptera* به صورت اختصاصی تغذیه می کنند. میانگین شاخص شانون نمونه های نر و ماده به ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۱۲ بود که تفاوت معنی داری در میانگین این شاخص مابین ماهیان نر و ماده مشاهده نشد ($P > 0.05$). میانگین شاخص یکنواختی برای نمونه های نر و ماده به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۸۱ بدست آمد که تفاوت معنی داری در ماهیان نر و ماده مشاهده نداشت ($P > 0.05$). شاخص طول نسبی روده (۰/۰۳۳) بیانگر رژیم غذایی گوشتخواری برای ماهی قزل آلاي خال قرمز در رودخانه تنکابن می باشد.

واژگان کلیدی: ماهی قزال آلاي خال قرمز، رودخانه تنکابن، کاستلو، شاخص شانون.

۱. مقدمه

بهرتر از روابط بین گونه ها پرداخت (Sanchez- Hernandez and Cobo, 2012; Krebs, 2011). بسیاری از موجودات دارای رژیم غذایی متفاوتی در طول دوره زندگی شان هستند و این تغییر رژیم غذایی بر ساختار شبکه غذایی و ارتباطات اکولوژیکی آن موجودات با زیستگاهشان تاثیر می گذارد (Malmstrom, 2010).

شبکه های غذایی توصیف کننده مسیرهای حرکت ماده و انرژی در اکوسیستم هستند (Bellmore et al., 2013). هنگامی که شبکه غذایی شناخته شد، می توان به اهمیت گونه های مختلف در متابولیسم جامعه، نقش آن ها در پویایی و بازیابی اکوسیستم و درک

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



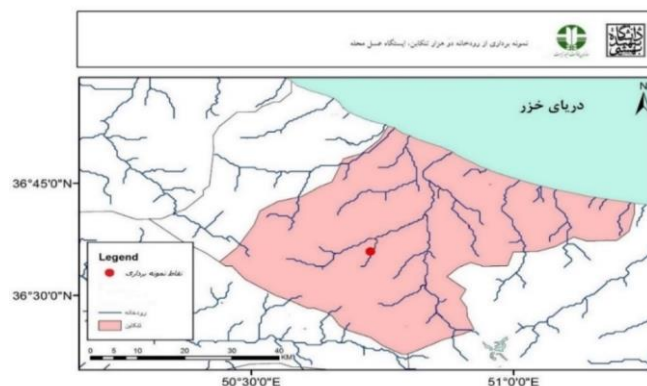
بررسی محتویات معده روشی استاندارد به منظور مطالعه رژیم غذایی و عادات تغذیه‌ای ماهی‌ها می‌باشد. روش‌های مختلفی برای نشان دادن اهمیت تنوع طعمه و تغییرات رژیم غذایی درون جمعیت ماهیان و برای تشخیص استراتژی تغذیه‌ای کلی یک جمعیت شرح داده شده است (Macneale et al., 2010) از جمله، روش گرافیکی کاستلو (Costello, 1990) که با استفاده از آن می‌توان تفاوت عادات و استراتژی تغذیه‌ای و اهمیت طعمه را نشان داد (Sanchez-Hernandez and Cobo, 2012). همچنین توسط نمودار رسم شده در روش گرافیکی کاستلو می‌توان تفاوت در الگوی تغذیه‌ای را نشان داد و پارامتری که معمولاً برای بدست آوردن اطلاعات اولیه از رژیم غذایی استفاده می‌شود حضور، یعنی تعداد شکارچپانی که از طعمه‌ای خاص تغذیه کرده‌اند و فراوانی (عددی یا وزنی)، که توصیف کننده مقدار مصرف هر نوع طعمه نسبت به کل اقلام شکاری است، می‌باشد (شکل ۲). تلفیقی از این دو پارامتر در مدلی گرافیکی توسط کاستلو (Costello, 1990) ارائه شد. در این مدل فراوانی می‌تواند براساس تعداد، وزن یا حجم طعمه‌ها محاسبه شود. (Briduct and Giller, 1993). یک روش دیگر استفاده از شاخص‌های تنوع است، توسط شاخص‌های تنوع مانند یکنواختی و شانون وینر و آزمون‌های آماری مختلف می‌توان به تحلیل رژیم غذایی ماهی قزل آلای خال قرمز پرداخت (Abdoli et al., 2017).

۲. مواد و روش

نمونه برداری در طول پاییز (آذر ماه ۱۳۹۷) از رودخانه دو هزار تنکابن در ایستگاه غسل محله بالاتر از روستا به سمت دریا سر با استفاده از دستگاه الکتروشوکر با ولتاژ ۳۰۰-۲۰۰ ولت انجام گردید (شکل ۱). ماهیان شوک دیده با استفاده از ساچوک و تور با چشمه ۵ میلی‌متر که در پایین دست رودخانه تعبیه شده بود، جمع‌آوری گردیدند. نمونه برداری در حدود ۸ برابر عرض رودخانه در ایستگاه انجام گرفت. نمونه‌ها در محلول فرمالین ۱۰٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد.

آزادماهیان (*Salmonidae*) در سطوح بالای زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آب جاری قرار دارند و نقش کلیدی در انتقال انرژی به سطوح بالاتر را ایفا می‌کنند. این خانواده گوشتخوار بوده و مانند اغلب ماهیان صیاد فرصت طلب (Wootton, 2012) و دارای رژیم غذایی عمومی می‌باشند، فراوانی و تنوع رژیم غذایی شان نشان دهنده فراوانی نسبی طعمه در محیط می‌باشد (Hayden et al., 2013). قزل آلای خال قرمز *Salmo caspius* یک گونه از زیرخانواده *Salmoninae* است. این گونه یک ماهی سردآبی (دمای زیر ۲۱ درجه سانتی گراد) (Réalis-Doyelle et al., 2016) است. این ماهی در درجه اول گونه آب شیرین است و معمولاً در نهرها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، سدها و جویبارهای خنک مناطق کوهستانی یافت می‌شود (Réalis-Doyelle et al., 2016) و توانسته است اغلب در اکثر این محل‌ها جمعیت‌های پایداری تشکیل دهد (Turrero et al., 2013)، با این حال برخی از جمعیت‌های مهاجر بیشتر زندگی خود را در آب دریا گذرانده و تنها برای تولید مثل به آب شیرین باز می‌گردند (Froes and Pauly, 2011) ماهی قزل آلای خال قرمز گونه‌ی بومی اروپا، شمال آفریقا و غرب آسیا است (Freyhof, 2011).

ماهی قزل آلای خال قرمز در طول دوره زندگی دارای عادات غذایی متفاوتی می‌باشد (Oscoz et al., 2008). شکارچپانی فرصت طلب هستند. درنوجوانی پلانکتون، در بزرگسالی از زئوپلانکتون، بی‌مهرگان آبی و خشکی‌زی، ماهی‌های کوچک و قورباغه‌ها تغذیه می‌کنند. آنها در تمام ستون آب تغذیه می‌کنند (Oscoz et al., 2008; Sanchez and Cobo, 2012). به طور کلی مهم‌ترین عوامل تعیین کننده رژیم غذایی ماهی قزل آلای خال قرمز را می‌توان به زیستگاه (Craig et al., 2002)، فصل (Llanso et al., 1998)، در دسترس بودن طعمه (Lagarrigue et al., 2002)، آنتوژنی (Groth et al., 2014)، جنسیت (Laegdsgaard and Johnson, 2001) و سن (Elliott, 1967) نسبت داد. کیفیت و کمیت غذایی که ماهی مصرف کرده در نتیجه ارتباط بین محیط و ماهی بوده و برای درک این ارتباط انجام آنالیزهای محتویات معده ضروری می‌باشد.



شکل ۱- نقشه محل نمونه برداری ماهی قزل آلای خال قرمز از رودخانه دو هزار تنکابن

Fig. 1- Map of the sampling location of brown trout in Dohezar river in Tonekabon

جهت بررسی وضعیت تغذیه‌ای گونه از نظر نوع رژیم غذایی به گوشت خواری، گیاهخواری و یا همه چیز خواری از شاخص طول نسبی روده (RLG) استفاده شده است. اگر مقدار عددی شاخص کمتر از یک باشد رژیم غذایی گوشتخواری، اگر مقدار آن بزرگتر از یک باشد تمایل به گیاه خواری و اگر مقدار این شاخص برابر یک باشد رژیم غذایی همه چیز خواری می‌باشد (Biswas, 1993). این شاخص از رابطه ۱ محاسبه شده است.

$$RLG = GL/TL$$

برای تعیین درصد خالی بودن دستگاه گوارش از شاخص (Vacuity Index) استفاده شد.

$$CV = \left(\frac{ES}{TS}\right) * 100$$

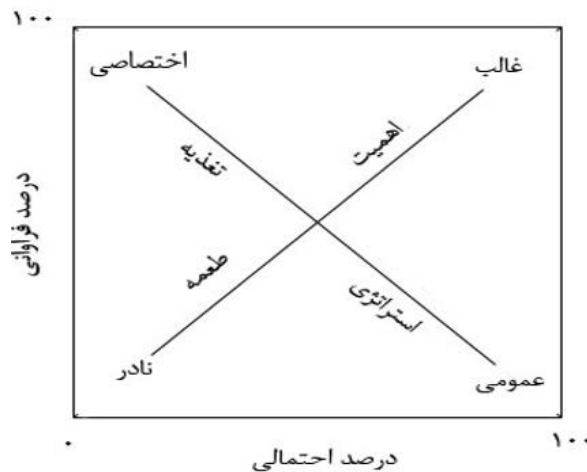
رابطه N_i تعداد ماهیان حاوی ارگانیزم غذایی i و N تعداد کل ماهیان است.

همچنین درصد فراوانی از رابطه ۴ محاسبه می‌شود؛ که در این رابطه S_i میزان طعمه i در محتویات معده (بر اساس تعداد، حجم و وزن) بوده و S_{T_i} کل محتویات معده شکارچیان دارای طعمه i می‌باشد.

به دلیل تاثیر گذاری تعداد و وزن از هر دو روش برای رسم نمودار کاستلو استفاده می‌شود (شکل ۲)

$$F_i = (N_i/N) * 100$$

$$P_i = \frac{\sum S_i}{\sum S_{T_i}} * 100$$



شکل ۲- تفسیر نموداری کاستلو در تعیین نقش مواد غذایی خاص در رژیم غذایی ماهی (Costello, 1990)

Fig. 2- Interpretation of Castello's graph in determining the role of specific nutrients in the diet of fish (Costello, 1990)

پس از انتقال به آزمایشگاه، طول کل با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن کل با دقت ۰/۰۱ گرم به ترتیب با تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد (Fafioye, 2005). با مشاهده گنادها نمونه‌ها تعیین جنسیت شدند. به دنبال وزن کردن معده‌ها اندازه گیری طول دستگاه گوارش، محتویات هر معده برای شمارش و شناسایی طعمه‌ها به پتری‌دیش منتقل شده و طعمه‌های غذایی به وسیله (استریو میکروسکوپ) توسط کلید شناسایی تا سطح خانواده شناسایی شدند.

رابطه (۱)

که در آن GL طول لوله گوارش بر حسب سانتی‌متر و TL طول کل بدن بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

رابطه (۲)

که در آن ES تعداد معده خالی و TS تعداد کل معده‌ها می‌باشد. بر اساس این شاخص اگر $CV < 1$ ماهی پر خور، اگر $CV > 41$ ماهی تغذیه متوسط، اگر $CV > 61$ ماهی نسبتاً پر خور، و اگر $CV > 81$ ماهی کم خور می‌باشد (Euzen, 1978). جهت تعیین میزان اهمیت طعمه و استراتژی غذایی از نمودار گرافیکی کاستلو (Costello, 1990) که توسط Amundsen et al. (1996) اصلاح گردید، استفاده می‌شود. در این نمایش گرافیکی فرکانس حضور از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد. در این

رابطه (۳)

رابطه (۴)

به منظور ارزیابی استراتژی تغذیه ماهی‌ها از شاخص یکنواختی استفاده گردید. محاسبه این شاخص از رابطه ۶ صورت می‌گیرد، که در آن H تنوع گونه‌ای مشاهده شده و H_{max} حداکثر تنوع گونه‌ای است. بدین ترتیب که اعداد نزدیک به صفر، نشان دهنده رژیم غذایی تخصصی و اعداد نزدیک به یک، رژیم غذایی عمومی می‌باشد (sánchez-Hernandez and cobo, 2012).

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$E = H/H_{max} \quad \text{رابطه (۶)}$$

نسبتاً پر خور می‌باشد. پس از بررسی ۶۳ نمونه ماهی آیت‌های غذایی مورد شناسایی و سهم طعمه‌های موجود در محتویات گوارشی ماهی قزل آلابی خال قرمز برای مجموع نمونه‌ها و به تفکیک جنسیت محاسبه شده است (شکل ۳). با توجه به درصد فراوانی حضور برای مجموع نمونه‌ها و نمونه‌های نر و ماده تریکوپترا غذای اصلی می‌باشد (جدول ۱).

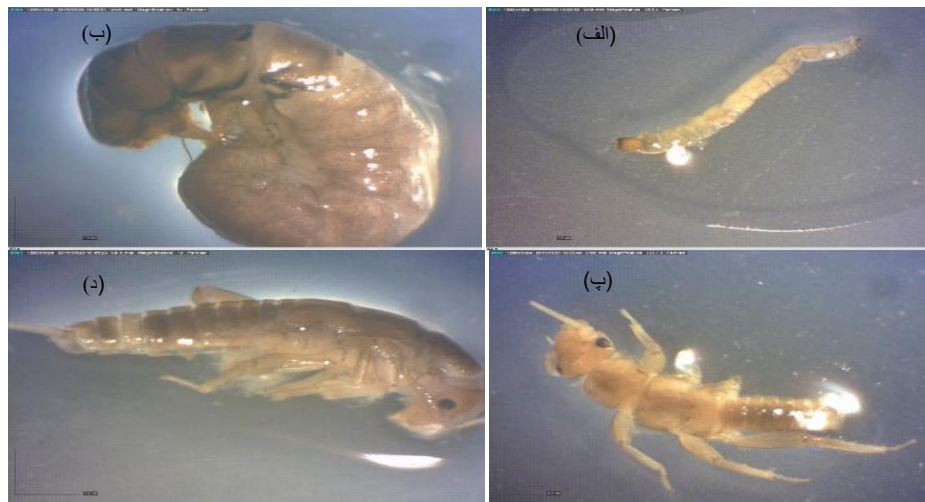
مدل گرافیکی کاستلو بر اساس درصد فراوانی از نظر تعداد آیت‌های غذایی خورده شده برای مجموع نمونه‌ها و به تفکیک جنسیت رسم شده است (شکل ۴). براساس روش ذکر شده استراتژی تغذیه‌ای این گونه عمومی بوده و طعمه غالب برای ماهیان نر و ماده، خانواده تریکوپترا می‌باشد و نمونه‌های ماده از تریکوپترا به صورت تخصصی تغذیه می‌کنند.

به منظور ارزیابی پهنای کنج اکولوژیک از شاخص شانون-وینر استفاده شد (Marshall and Elliot, 1997). برای محاسبه این شاخص از رابطه (۵) استفاده می‌شود که در آن p_i سهم افراد یافت شده مربوط به گونه i است. در یک گونه مقدار واقعی p_i مهم است، اما از نسبت N_i/N برآورد می‌گردد، که N_i تعداد افراد مربوط به گونه i ؛ و N کل تعداد افراد است (Shanon and wiener, 1993).

۳. نتایج

از ۶۴ عدد ماهی صید شده در رودخانه تنکابن، ۲۱ نمونه ماده و تعداد ۴۲ نمونه نر بودند دامنه طولی ماهیان نر و ماده به ترتیب ۷/۵-۱۸/۵ و ۶/۵-۲۱/۵ سانتی‌متر و دامنه وزنی ماهیان نر و ماده به ترتیب ۶۵/۵-۳/۹۹، ۲/۵۹-۹۵/۴۲ گرم محاسبه شده است.

شاخص طول نسبی روده (RLG) برای مجموع نمونه‌ها، نمونه‌های نر و ماده ۰/۰۷۳ محاسبه شده است. مقدار محاسبه شده برای این شاخص نشان دهنده رژیم غذایی گوشت خواری برای نمونه‌های ماهی قزل آلابی خال قرمز می‌باشد ($RLG < 1$). شاخص خالی بودن دستگاه گوارش برای مجموع نمونه‌ها ۱۵/۸۷، برای جنس نر ۴/۷۶ و برای جنس ماده ۱۰/۳۸ محاسبه شده است. بر اساس مقادیر بدست آمده برای مجموع نمونه‌ها و جنس نر این ماهی پرخور و برای جنس ماده



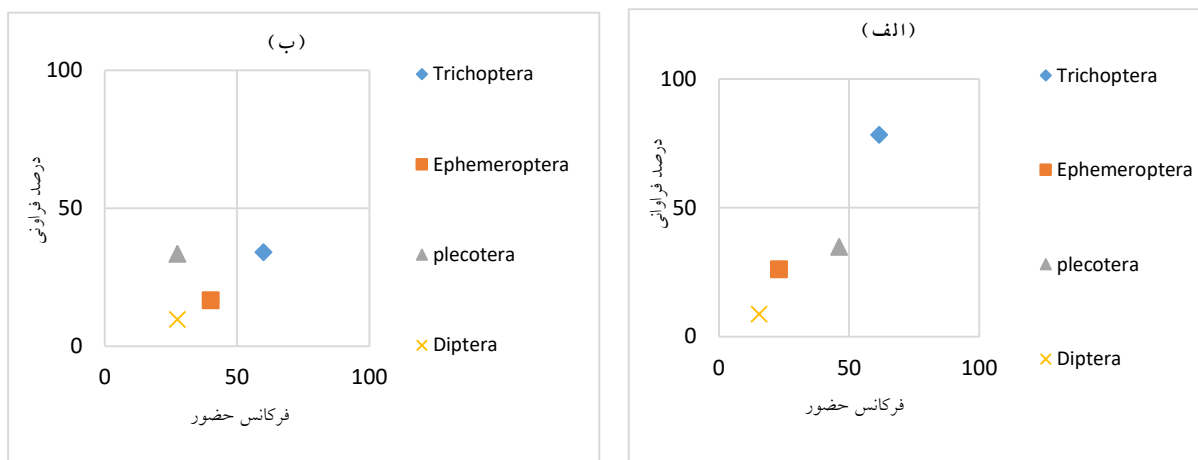
شکل ۳- آیت‌های غذایی شناسایی شده در محتویات گوارشی نمونه‌های ماهی قزل آلابی خال قرمز: (الف) Diptera، (ب) Trichoptera، (پ) Plecoptera، (د) Ephemeroptera

Fig. 3- Identified food items in the gastrointestinal contents of red rainbow trout samples: (a) Diptera, (b) Trichoptera, (c) Plecoptera, (d) Ephemeroptera

جدول ۱- درصد فراوانی و فرکانس حضور طعمه‌های موجود در محتویات گوارشی برای مجموع نمونه‌ها و به تفکیک جنسیت

Table 1- The percentage abundance and frequency of occurrence of prey items present in the gastrointestinal contents for the total samples and disaggregated by gender.

| Frequency of occurrence (F%) for the male samples | Percentage abundance (% P) for male samples | Frequency of occurrence (F%) for the female samples | Percentage abundance (% P) for female samples | Frequency of occurrence (F%) for the total samples | Percentage abundance (% P) for the total samples | Prey items |
|---|---|---|---|--|--|---------------|
| 60 | 34.05 | 61.53 | 78.26 | 60.37 | 38.94 | Trichoptera |
| 40 | 16.75 | 23.07 | 26.08 | 35.84 | 17.78 | Ephemeroptera |
| 27.50 | 33.51 | 46.15 | 34.78 | 32.07 | 33.65 | Plecoptera |
| 27.50 | 9.73 | 15.38 | 8.69 | 52.24 | 9.61 | Diptera |



شکل ۴- مدل گرافیکی کاستلو بر اساس درصد فراوانی از نظر تعداد آیتم‌های غذایی، (الف) ماده، (ب) نر.

Fig. 4- Costello's graphical model based on the percentage abundance in terms of the number of food items: (a) female, (b) male.

۴. بحث

شاخص شانون مجموع نمونه‌ها ۱/۲۷، نمونه‌های نر ۱/۲۶ و نمونه‌های ماده ۱/۱۲ بدست آمد که تفاوت معنی داری بین میانگین شاخص شانون ماهیان نر و ماده وجود ندارد و این نشان‌دهنده عدم تاثیر جنسیت بر روی رژیم غذایی قزل آلائی خال قرمز در رودخانه مورد مطالعه می‌باشد که نتیجه این پژوهش با گزارشات (Azizi et al., 2014; Montori et al., 2006; Kara and Alps, 2005) همخوانی دارد. در مطالعات ذکر شده وجود همبستگی شاخص شانون با طول کل ماهی بیانگر این مسئله است که با افزایش طول و بزرگ شدن ماهی کنج اکولوژیکی ماهی افزایش می‌یابد. دلیل این اتفاق می‌تواند به علت افزایش سایز دهان ماهی و بلعیدن طعمه‌های بزرگتر باشد. همچنین با بزرگتر شدن ماهی قدرت ماهی برای شکار طعمه افزایش پیدا می‌کند. انتخاب طعمه توسط ماهی قزل آلائی خال قرمز ناشی از ارتباط آسیب پذیری ماهی در زمان جستجوی طعمه است. بنابراین

شاخص شانون برای مجموع نمونه‌ها ۱/۲۷، برای جنس نر ۱/۲۶ و برای جنس ماده ۱/۱۲ محاسبه شده است. تفاوت معنی داری بین میانگین شاخص شانون ماهیان نر و ماده وجود ندارد ($p=0.726$). نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ارتباط منفی ضعیف و فاقد معنی داری میان طول کل ماهیان و شاخص شانون محتویات گوارشی آن‌ها وجود دارد و فاقد همبستگی هستند ($r=-0.067$, $n=44$, $p=0.666$).

شاخص یکنواختی برای مجموع نمونه‌ها ۰/۹۵، برای جنس نر ۰/۹۵ و برای جنس ماده ۰/۸۱ محاسبه شده است. تفاوت معنی داری بین میانگین یکنواختی ماهیان ماده و نر وجود ندارد ($p=0.953$). نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که ارتباط منفی ضعیف و فاقد معنی داری میان طول کل ماهیان و شاخص یکنواختی وجود دارد و فاقد همبستگی هستند ($r=-0.159$, $n=44$, $p=0.302$).

صورت تخصصی تغذیه می‌نمایند. با توجه به درصد فراوانی حضور برای مجموع نمونه‌ها *Trichoptera* و *Diptera* غذای اصلی و *Ephemeroptera* و *Pelicotera* غذای فرعی می‌باشند که با مطالعات (Salavatian et al., 2011; Fakharzadeh et al.) (2008; Araghi, 1998) همخوانی دارد. در مطالعه پارک ملی لار، با توجه به مقدار درصد فراوانی حضور، خانواده *Chironomidae* و *Simulidea Diptera* و *Batidea* غذای اصلی نمونه‌ها را تشکیل می‌دادند (Azizi et al., 2014). ماهی قزل آلابی خال قرمز از از حشرات مختلف مانند *Diptera*، *Ephemeroptera*، *Coleoptera*، سنجاقک‌ها و انواع سخت پوستان تغذیه می‌کند (Froese and Pauly, 2011; Vosughi and Mostajir, 2005; Sagar and Gpova., 1995; Cooper et al., 1992). باید توجه داشت که تغذیه در این ماهی انتخابی بوده و در برابر انواع اقلام موجود در محیط، دست به انتخاب می‌زند. در مطالعات ذکر شده همواره *Diptera*، *Ephemeroptera* و *Trichoptera* با نوساناتی بیشترین تکرار و کمیت را در رژیم غذایی این ماهی دارند. رژیم غذایی ماهی قزل آلابی خال قرمز در رودخانه‌های مختلف، فصول سال و برحسب اندازه بدن متفاوت می‌باشد که دلیل آن تغییر فراوانی طعمه‌ها در فصول سال و زیستگاه‌های مختلف می‌باشد (Tewson et al., 2016; Espinoza and Bertrand, 2014; Salavatian et al., 2011; Vatandoost et al., 2008; Afraei et al., 2002; Sarre et al., 2000). عامل اصلی تغییر اندازه جمعیت آبیان از جمله ماهیان و طعمه‌های آن‌ها، تغییر زمانی و مکانی عوامل زیستی (مانند چرخه زندگی طعمه‌ها، رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای و عوامل غیر زیستی (مانند دمای آب، سرعت جریان، جنس بستر، کدورت و نور) می‌باشد (Espinoza and Bertrand, 2004; Stoner, 2014). همچنین تغییر رژیم غذایی تحت تاثیر سن ماهی قزل آلابی خال قرمز می‌باشد که به توانمندی آن‌ها در بلع، هضم و جذب طعمه‌ها بستگی دارد و معمولاً با افزایش اندازه بدن طیف غذایی وسیع تر می‌شود (Espinoza and Bertrand, 2014; Eloranta et al., 2007; Platell et al., 2010). گونه ماهی قزل آلابی خال قرمز گونه‌ای موفق، فرصت طلب و با استراتژی تغذیه عمومی بوده و تمرکز خاصی بر طبقه غذایی خاصی ندارد. بلکه با توجه به تغییرات فراوانی طعمه‌ها تغذیه نموده و انرژی حاصل را برای فعالیت‌های رشد و توسعه گنادی استفاده می‌کند.

References:

Abdoli, A., Radmehr, N., Bolhassani, A., Eidi, A., Mehrbod, P., Motevalli, F., Kianmehr, Z., Chiani, M., Mahdavi, M., Yazdani, S. and Ardestani, M.S., 2017. Conjugated anionic PEG-citrate G2 dendrimer with multi-epitomic HIV-1 vaccine candidate enhance the cellular immune responses in mice. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 45(8), pp.1762-1768.

ماهی تازه به بلوغ رسیده که قبلاً به علت ریسک بالا به سطح آب نمی‌آمده، اکنون قادر است به سطح آب بیاید و از طعمه‌های دیگری تغذیه نماید (Montori et al., 2006; Oscoz et al., 2000).

شاخص یکنواختی ماهیان نر ۰/۹۵ و ماهیان ماده ۰/۸۱ بدست آمد که تفاوت معنی داری بین این شاخص در ماهیان نر و ماده مشاهده نشد. شاخص یکنواختی محتویات گوارشی بیانگر نوع استراتژی غذایی ماهی است. بر این اساس استراتژی تغذیه نمونه‌های مورد بررسی عمومی بوده و این نتایج منطبق بر نتایج (Sanchez- Hernandez and Cobbo, 2012; Oscoz et al., 2008; Jorgensen et al., 2000) می‌باشد. در حالی که برخی از پژوهشگران معتقدند رژیم غذایی این ماهی اختصاصی بوده و پهنای اکولوژیک آن محدود می‌باشد (Riofrío-Lazo et al., 2022). همچنین عدم وجود همبستگی طول کل و شاخص یکنواختی محتویات گوارشی ماهیان نشان‌دهنده عدم تغییر استراتژی تغذیه ماهیان با افزایش سایز و بزرگ شدن ماهی می‌باشد. در پژوهش حاضر میانگین شاخص نسبی طول لوله گوارش ۰/۷۳ تعیین گردید که بر اساس نظر (Biswas, 1993) نشان‌دهنده رژیم غذایی گوشتخواری این ماهی است که ترکیب گونه‌ای طعمه‌های مصرفی نیز این مسئله را تایید می‌کند. (Salavatian et al., 2011) نیز شاخص طول نسبی لوله گوارش را ۰/۸۶ گزارش دادند که رژیم غذایی گوشتخواری این گونه را تایید می‌کند.

شاخص خالی بودن معده این گونه در پژوهش حاضر برای نمونه‌های نر نشان‌دهنده پرخور بودن این ماهی است. مطالعات صورت گرفته توسط (Salavatian et al., 2011) تایید کننده نتایج پژوهش حاضر است. احتمالاً پرخور بودن این ماهی می‌تواند به دلیل فراهم بودن همیشگی طعمه‌ها در سال باشد (Azizi et al., 2014). مطالعه محتویات معده نمونه‌ها در این پژوهش نشان داد تمام طعمه‌های خورده شده از بی‌مهره‌گان می‌باشد که این نتیجه، نتایج مطالعات (Salavatian et al., 2011; Montoriet et al. 2006; Kara and Alp, 2005) را تایید می‌نماید. طبق نتیجه بدست آمده از مدل کاستلو استراتژی غذایی نمونه‌های مورد بررسی شده در این پژوهش عمومی بوده است که مشابه با گزارش‌های (Sanchez- Hernandez and Cobo, 2012; Oscoz et al., 2008) می‌باشد. براساس مدل کاستلو طعمه غالب برای ماهیان نر و ماده خانواده *Trichoptera* می‌باشد و نمونه‌های ماده از طعمه *Trichoptera*

pp.1762-1768. <http://dx.doi.org/10.1080/21691401.2017.1290642>.

Afraei, M., Fazli, H., Muspim, M., 2002. Some biological properties of the brown trout (*Salmo trutta*, L. 1758) in Tonkabon River. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 9(3), pp. 21-34 (In Persian).

Amundsen, P.A., Gabler, H.M. and Staldvik, F.J., 1996. A new approach to graphical analysis of

- feeding strategy from stomach contents data— modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48(4), pp.607-614. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x>.
- Araghi, A., 1998. Investigation of Nutritional Behavior of brown trout (*Salmo trutta*) in the Nour River. Ph.D. Veterinary Medicine, University of Tehran, Faculty of Veterinary Medicine. Karaj, Iran. (In Persian).
- Azizi, Z. Abdoli, A. Kiabi, b. Ahmadi and A. Golzarianpour, K., 2014. Comparison of the effectiveness of different methods for determining the eating habits of red spotted salmon in the Delichai River (Lar National Park, Tehran Province. *Journal of applied ichthyological research*, 3(4), pp. 1-17 (in Persian).
- Bellmore, J. R., Baxter, C.V., Martens, K and Connolly, P.J., 2013. The floodplain food web mosaic: a study of its importance to salmon and steelhead with implications for their recovery. *Ecological Society of America*, 23(1), pp. 189-207. <https://doi.org/10.1890/12-0806.1>.
- Biswas, S.P., 1993. *Manual of methods in fish biology*. South Asian Publishers.
- Briduct, E.E and Giller, P.S., 1993. Movement and site fidelity in young brown trout *Salmo trutta* populations in a southern Irish stream, *Fish Biology*, 43(6), pp. 889-899. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1993.tb01163.x>
- Costello, M.J., 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal Fish Biology*, 36(2), pp. 261-263. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05601.x>
- Cooper J., Crafford J and Hecht T., 1992. Introduction and extinction of Brown trout (*Salmo trutta*) in an impoverished subantarctic stream. *Antarctic Science*, 4(1), pp. 9-14. <https://doi.org/10.1017/S095410209200004X>.
- Craig, J.K. and Crowder, L.B., 2002. Factors influencing habitat selection in fishes with a review of marsh ecosystems. *Concepts and controversies in tidal marsh ecology*. <http://dx.doi.org/10.1007/0-306-47534-0>
- Elliott, J.M., 1967. The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream. *Journal of Applied Ecology*, 4(1), pp. 59-71. <https://doi.org/10.2307/2401409>
- Eloranta, A.P., Kahilainen, K.K and Jones, R.I., 2010. Seasonal and ontogenetic shifts in the diet of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in a subarctic lake. *Journal of Fish Biology*, 77(1), pp. 80–79. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02656.x>.
- Espinoza, P and Bertrand, A., 2014. Ontogenetic and spatiotemporal variability in anchoveta *Engraulids ringens* diet off Peru. *Journal of Fish Biology*, 84(2) :422- 435. <https://doi.org/10.1111/jfb.12293>.
- Euzen, O., 1987. Food habits and diet composition of some fish of Kuwait. *Kuwait Bull. Mar. Sci*, 9 pp. 65-85
- Fafioye, O.O., 2005. Plants with piscicide activities in southwestern Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5(2), pp. 91-97.
- Fakharzadeh, M., Imami hosseini, M and Ahmadnia Motlagh, H.R., 2008. Investigating the diet of Karaj brown trout (*Salmo trutta*) in the AmirKabir Dam. *First National Conference on Fisheries and Aquaculture in Iran*, lahijan, Iran. (In Persian)
- Freyhof; J., 2011. Diversity and distribution of freshwater gobies from the Mediterranean, the Black and Caspian Seas. *The Biology of Gobies*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire. <http://dx.doi.org/10.1201/b11397-19>.
- Froese, R.D and Pauly, E., 2011. Fish base. *Word Wide Web electronic publication*. <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary>.
- Groth, M.V., Sørensen, M.R., Matthiessen, J., Fagt, S., Landvad, N. and Knudsen, V.K., 2014. Disparities in dietary habits and physical activity in Denmark and trends from 1995 to 2008. *Scandinavian journal of public health*, 42(7), pp.611-620. <http://dx.doi.org/10.1177/1403494814547668>
- Hayden, B., Holopainen, T., Amundsen, P.A., Eloranta, A.P., Knudsen, R., Praebel, K. and Kahilainen, K.K., 2013. Interactions between invading benthivorous fish and native whitefish in subarctic lakes. *Freshwater Biology*, 58(6), pp.1234-1250. <https://doi.org/10.1111/fwb.12123>
- Jorgensen, L., Halvorsen, M and Amundsen P.A., 2000. Resource partitioning between lake dwelling Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr, brown trout (*Salmo trutta* L.) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)). *Ecology of Freshwater Fish*, 9(4), pp. 202–209. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2000.eff090402.x>

- Krebs C.J. 2001. *Ecology, The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Benjamin Cummings; 5th edition.
- Kara, C. and Alp, A., 2005. Feeding habits and diet composition of brown trout (*Salmo trutta*) in the upper streams of River Ceyhan and River Euphrates in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(2), pp.417-428.
- Laegdsgaard, P. and Johnson, C., 2001. Why do juvenile fish utilise mangrove habitats? *Journal of experimental marine biology and ecology*, 257(2), pp.229-253. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00331-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00331-2)
- Lagarrigue, T., Céréghino, R., Lim, P., Reyes-Marchant, P., Chappaz, R., Lavandier, P. and Belaud, A., 2002. Diel and seasonal variations in brown trout (*Salmo trutta*) feeding patterns and relationship with invertebrate drift under natural and hydropeaking conditions in a mountain stream. *Aquatic living resources*, 15(2), pp.129-137. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(02\)01152-X](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(02)01152-X)
- Llanos, R.J., Bell, S.S. and Vose, F.E., 1998. Food habits of red drum and spotted seatrout in a restored mangrove impoundment. *Estuaries*, 21(2), pp.294-306. <https://doi.org/10.2307/1352476>
- Macneale, K.H., Kiffney, P.M. and Scholz, N.L., 2010. Pesticides, aquatic food webs, and the conservation of Pacific salmon. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(9), pp.475-482. <https://doi.org/10.1890/090142>
- Malmstrom, C., 2010. Ecologists study the interactions of organisms and their environment. *Nature Education Knowledge*, 3(10), pp.88.
- Marshall, S. and Elliott, M., 1997. A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for determining inter- and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology*, 51(3), pp.526-545. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01510.x>
- Montori, A., Tierno De Figueroa, J.M. and Santos, X., 2006. The diet of the brown trout *Salmo trutta* (L.) during the reproductive period: size-related and sexual effects. *International review of Hydrobiology*, 91(5), pp.438-450. <https://doi.org/10.1002/iroh.200510899>
- Oscosz, J., Escala, M.C. and Campos, F., 2000. La alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* L., 1758) en un río de Navarra (N. España), *Limnetica*, 18(1), pp. 29-35.
- Oscosz, J., Leunda, P.M., Escala, M.C. and Miranda, R., 2008. Summer feeding relationships of the co-occurring hatchling brown trout *Salmo trutta* and Ebro minnows *Phoxinus phoxinus* in an Iberian River. *Acta Zoologica Sinica*, 54(4), pp.675-685.
- Platell, M.E., Ang, H.P., Hesp, S.A., Potter, I.C., 2007. Comparisons between the influences of habitat, body size and season on the dietary composition of the sparid *Acanthopagrus latus* in a large marine embayment. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 72(4), pp. 626-436. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2006.11.026>
- Réalis-Doyelle, E., Pasquet, A., De Charleroi, D., Fontaine, P. and Teletchea, F., 2016. Strong effects of temperature on the early life stages of a cold stenothermal fish species, brown trout (*Salmo trutta* L.). *PLoS One*, 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155487>
- Riofrío-Lazo, M., Zetina-Rejón, M.J., Vaca-Pita, L., Murillo-Posada, J.C. and Páez-Rosas, D., 2022. Fish diversity patterns along coastal habitats of the southeastern Galapagos archipelago and their relationship with environmental variables. *Scientific reports*, 12(1), pp.1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07601-w>
- Sagar, P.M., Glove, G.J., 1995. Prey availability and diet of juvenile Brown trout (*Salmo trutta*) in relation to Riparian willows (*Salix* spp.) in three New Zealand streams. *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research*, 29(4), pp. 527-735. <https://doi.org/10.1080/00288330.1995.9516685>
- Salavatian, M., Gholiev, Z., Aliev, A. and Abassi, K., 2011. Feeding behavior of brown trout, *Salmo trutta fario*, during spawning season in four rivers of Lar National Park, Iran', *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 9(2), pp. 223-233.
- Sánchez-Hernández, J. and Cobo, F., 2012. Summer differences in behavioral feeding habits and use of feeding habitat among brown trout (*Pisces*) age classes in a temperate area. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), pp.468-478. <http://dx.doi.org/10.1080/11250003.2012.670274>
- Sarre, G.A., Platell, M.E. and Potter, I.C., 2000. Do the dietary compositions of *Acanthopagrus butcheri* in four estuaries and a coastal lake vary with body size and season and within and amongst these water bodies? *Journal of Fish Biology*, 56 (1), pp. 103-122. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02089.x>

- Stoner, W., 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *Journal of Fish Biology*, 65 (6): 1445–1471. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00593.x>
- Tewson, L.H., Cowx, I.G. and Nunn, A.D., 2016. Diel variations in the assemblage structure and foraging ecology of larval and 0+ year juvenile fishes in a manmade floodplain waterbody. *Journal of Fish Biology*, 88 (4): 1486–1500. <https://doi.org/10.1111/jfb>
- Turrero, P., Horreo, J.L., Lopez, B., Pola, I.G., Arbizu, M. and García-Vázquez, E., 2013. Chronological changes in upper Paleolithic fisheries revealed by museum archival material. *Palaios*, 28(3/4), pp.228-232.
- Vatandoost S., Abdoli A., Mostafavi H., 2008. Determination of Food Preference *Salmo Trutta* in the Ashkrood River of Sari. *The first regional conference of domestic aquatic ecosystems in Iran. Bushehr, Iran*, pp: 9-9.
- Vosughi, G.H., Mostajir, B., 2005. *Freshwater fish*. Fourth Edition. Tehran, Iran. 317 P. (In Persian).
- Wootton, J.T., 2012. River food web response to large-scale riparian zone manipulations. *PLoS One*, 7(12), p.e 51839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051839>