Archive of SID

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume 8, Issue 3, Summer 2019
Pages: 117-125
Type: Original Research

The Feeding Strategy of Rainbow Trout Escaped from Sea Cages on the Coast of Mazandaran

Naderi Jolodar M. [*1] ***PhD*****, Mirhejazi A.S.** [2] ***MSc***

[1] Ecological Institute of Caspian Sea, Iranian Fisheries Science Research Institute, Sari, Iran
[2] Fisheries Department, Fisheries Faculty, Khazar Higher Education Institution, Mahmudabad, Iran

Abstract

Aims: The present study was conducted to determine the exotic fish food strategy of rainbow trout escaped from cultivating cages located in the coast of Mazandaran.

Materials & Methods: A total of 90 specimens of this species were collected during the period from September 2017 to May 2018 from bony fish from west to central coast of Mazandaran. Samples were biomediated and the age was determined by scales.

Findings: The relative frequency of food items were *Balanus glandula*, *Clupeonella cultriventris*, *Cerastoderma lamarcki, Neogobius fluviatilis*, *Atherina caspia, Chelon saliens*, *Chinavia hilaris, Taxiphyllum barbieri*, *Rutilus kutum*, Cumacea, *Syngnathus caspius* and *Gasterosreus aculeatus*, respectively. The result showed that a wide range of food was more central than the west, the fullness index in the female was more than male and in age groups older than 2 and 3 is more than 1 ($p>0.05$). The fullness index, especially in the spring, increased significantly, the presence of *B. glandula* more than *C. cultriventris*, but its relative importance was less than *C. cultriventris* ($p> 0.05$).

Conclusion: This fish has a carnivorous behavior and uses a wide range of foods, so it is possible to compete with many species of Caspian Sea fish such as *Salmo caspius*. The effects of the adaptations and behavioral, physiological and ecological mechanisms, *C. cultriventri* and *B. glandula* were more important in fish feeding.

Keywords
Food Strategy [Not in MeSH];
Rainbow Trout [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68017686];
Caspian Sea [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=Caspian+Sea];
Iran [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68007492]

[*]Corresponding Author
Tel: +98 (11) 33462498
Fax: +98 (11) 33462495
Post Address: Iranian Fisheries Science Research Institute, Khazarabad, Sari, Iran. Postal code: 4847153948
naderi_j@yahoo.com
Received: April 12, 2019 Accepted: January 13, 2020 ePublished: September 21, 2019

www.SID.ir

Archive of SID

استراتژی غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌های دریایی در سواحل مازندران

مهدی نادری‌جلودار* PhD
پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ساری، ایران
عارفه‌سادات میرحجازی MSc
گروه شیلات، دانشکده شیلات، موسسه آموزش عالی خزر، محمودآباد، ایران

چکیده
اهداف: مطالعه حاضر به‌منظور تعیین استراتژی غذایی ماهی غیر بومی قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌های دریایی مستقر در سواحل مازندران انجام شد.
مواد و روش‌ها: ۹۰ عدد نمونه از این گونه در فاصله زمانی مهر ۱۳۹۶ تا اردیبهشت ۱۳۹۷ از پره‌های صیادی ماهیان استخوانی غرب و مرکزی سواحل مازندران جمع‌آوری شد. نمونه‌های زیست‌سنجی و با استفاده از فلس تعیین سن شدند.
یافته‌ها: به ترتیب فراوانی نسبی اقلام غذایی شامل *Balanus glandula*، *Clupeonella cultriventri*، *Cerastoderma lamarcki*، *Neogobius fluviatilis*، *Atherina caspia*، *Chelon saliens*، *Chinavia hilaris*، *Taxiphyllum barbieri*، *Rutilus kutum*، Cumacea، *Syngnathus* و *Gasterosreus aculeatus* بودند. نتایج نشان داد که طیف غذایی این گونه در بخش مرکزی بیشتر از غرب، شاخص سیری در جنس ماده بیشتر از نر و در گروه‌های سنی بالای ۲ و ۳ سال بیشتر از گروه سنی بالای یک سال بود ($p<0/05$). شاخص سیری خصوصاً در بهار شدیداً افزایش پیدا کرد. درصد فراوانی *B. glandula* بیشتر از *C. cultriventris* بود، ولی اهمیت نسبی کمتری نسبت به *C. cultriventris* داشت ($p>0/05$).
نتیجه‌گیری: این ماهی از رفتار گوشت‌خواری برخوردار است و از طیف گسترده غذایی استفاده می‌کند. بنابراین امکان رقابت غذایی آن با بسیاری از گونه‌های ماهیان دریای خزر نظیر *Salmo caspius* وجود دارد. تحت تاثیر سازگاری‌ها و مکانیزم‌های رفتاری، فیزیولوژیک و بوم‌شناختی *C. cultriventri* و *B. glandula* در تغذیه ماهی اهمیت بیشتری داشتند.
کلیدواژه‌ها: استراتژی غذایی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، دریای خزر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۳
*نویسنده مسئول: naderi_j@yahoo.com

مقدمه

بین آب‌های داخلی ایران، اکوسیستم حوضه جنوبی دریای خزر از لحاظ تنوع گونه‌ای ماهیان، حضور گونه‌های انحصاری، ماهیان خاویاری و آب لب‌شور از اهمیت بالای بین‌المللی و ملی برخوردار است. فراوانی ماهیان غیر بومی در سال‌های اخیر برای توسعه پرورش ماهی و یا تصادفی به همراه سایر گونه‌های پرورشی با احداث کانال ولگا دن در حوضه جنوبی دریای خزر افزایش یافته است و حدود ۱۷% گونه‌های این منطقه را به خود اختصاص داده‌اند[1]. ورود گونه‌های غیر بومی به این حوضه و توسعه آنها از دیگر عوامل مهم و تاثیرگذار بر ماهیان و احتمالاً سایر آبزیان این منطقه است. در حال حاضر مهمترین استراتژی شیلات ایران در پاسخ به تامین نیازهای غذایی این کشور، پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دریای خزر به روش پرورش در قفس است. براساس سال‌نامه آماری شیلات ایران میزان تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس‌های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب بیش از ۴۵۰تن و ۵۸۰تن با متوسط وزن هر عدد ماهی ۹۰۰گرم گزارش شد. بدین ترتیب تعداد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تولیدشده در قفس‌های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر بیش از ۶۴۴۰۰۰ عدد است. در یک دریاچه آب شیرین لهستان، ۱-۴تن از ماهیان پرورشی طی یک سال از قفس‌ها فرار کردند[2]. در یک مطالعه دیگر گزارش کردند که ۱/۹-۱/۲% قزل‌آلای رنگین‌کمان از قفس‌های پرورش ماهی فرار کردند[3]. بنابراین در صورتی که اکوسیستم دریای خزر از پتانسیل ثابت قابل قبولی بدین منظور برخوردار باشد، با توجه به فرار قابل توجه‌ای از ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از قفس‌ها، انجام این‌گونه فعالیت‌ها باید با درنظرگرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و سازگار با اکوسیستم آن انجام شود.

از آنجایی که قزل‌آلای رنگین‌کمان گونه غیر بومی برای دریای خزر و حوضه آبریز آن است و ورود ماهیان غیر بومی به مناطق آبی می‌توانند تاثیرات مختلفی بر جمعیت‌های ماهیان بومی حوضه جنوبی دریای خزر داشته باشند و همچنین از تاثیرات ماهیان غیر بومی نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان، رقابت آن با ماهیان بومی بر سر غذا است، بدین ترتیب بر پویایی جمعیت و ساختار جمعیت گونه‌های ماهیان دریای خزر تاثیرات جدی خواهد داشت[4]. بنابراین در راستای بهره‌برداری پایدار مطالعات مستمر روی رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌های دریایی و گونه‌های مختلف ماهیان این حوضه ضروری است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سواحل جنوبی دریای خزر در استان مازندران انجام شد. با درنظرگرفتن قفس‌های دریایی و پراکنش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌ها در سواحل جنوبی دریای خزر، نمونه‌برداری از پره‌های صید ماهیان استخوانی، به‌صورت ماهانه از اوایل مهر ۱۳۹۶ تا اواخر فروردین سال بعد (۱۳۹۷) انجام شد و در مجموع طی دوره فعالیت پره‌ها ۹۰ عدد ماهی صید و جمع‌آوری شد (شکل ۱).

نمونه‌های ماهیان صیدشده، بلافاصله به آزمایشگاه برای زیست‌سنجی انتقال داده شدند. برخی از نمونه‌ها در فرمالین ۱۰% تثبیت و بعداً به آزمایشگاه انتقال داده شدند[5, 6]. در آزمایشگاه نمونه‌ها با استفاده از تخته بیومتری زیست‌سنجی شدند. طول کل ماهیان با دقت ۱میلی‌متر و وزن کل آنها با دقت ۰/۱گرم اندازه‌گیری شد. سپس ماهیان تعیین جنسیت شدند و برای تعیین سن آنها از فلس استفاده شد.

برای شناسایی مواد غذایی مصرف‌شده، هر ماهی از مخرج تا مری شکافته و دستگاه گوارش (روده و معده) خارج شد. پس از توزین امعا و احشا، محتویات آنها خارج شدند. برای تخلیه کامل محتویات، معده و روده با آب شست‌وشو داده شد[5]. شناسایی موجودات

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف‌شده پس از جداسازی با استفاده از کلید شناسایی[7, 8] انجام و پس از شمارش به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱گرم وزن شد[5]. در این مطالعه به‌دلیل هزینه و کم‌بودن حجم اطلاعات، امکان بررسی تغذیه‌ای برای نمونه‌های بالای ۴ سال وجود نداشت. با استفاده از فرمول زیر شاخص سیری، شدت تغذیه این گونه برآورد شد[9]:

شاخص گاستروسوماتیک (GaSI)= وزن کل غذای خورده‌شده در معده×۱۰۰۰۰

شکل ۱) موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری از ماهیان

وزن ماهی

برای تعیین استراتژی غذایی این گونه از تفسیر نموداری *کاستلو*[10] استفاده شد (نمودار ۱). با استفاده از این روش، اطلاعات مربوط به اهمیت طعمه و استراتژی تغذیه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب ابتدا درصد فراوانی نسبی (معادله ۱) و فراوانی وزنی یا اهمیت نسبی طعمه (معادله ۲) محاسبه شدند، به‌طوری که آنالیزها بر پایه دووجهی درصد فراوانی طعمه خاص و فراوانی وزنی انواع مختلف طعمه در رژیم غذایی است. بنابراین براساس این دو پارامتر مختصات آن به‌عنوان طعمه نادر، طعمه اختصاصی، طعمه غالب و طعمه عمومی تعیین شد.

معادله (۱)

$$\text{درصد فراوانی نسبی (\%F)} = \frac{Ni}{N} \times 100$$

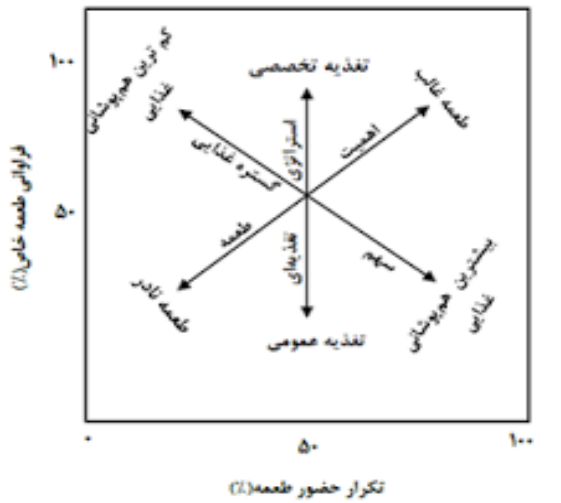
Ni برابر تعداد شکارچی با طعمه i در معده، N برابر تعداد کل شکارچیان با محتویات معده، مقادیر F%<۱۰، ۵۰>F%>۱۰، F%>۵۰ به ترتیب نشانگر نقش طعمه مورد نظر به‌عنوان غذای تصادفی، فرعی و یا اصلی در رژیم غذایی ماهی است[11].

معادله (۲)

$$\text{درصد فراوانی وزنی (\%P)} = \frac{\sum Si}{\sum Sti} \times 100$$

Si برابر محتویات معده شامل طعمه i (حجم، وزن یا تعداد) و Sti برابر با محتویات کلی معده در تنها شکارچیانی که طعمه i را در معده خود دارند، است[11].

ابتدا داده‌های به‌دست‌آمده نرمال‌سازی شد، به این صورت که از بین روش‌های مختلف از روش Log استفاده شد و با روش کولموگروف-اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS 18 و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵% (p=۰/۰۵) استفاده شد[12] و محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با بسته‌های نرم‌افزاری Excel 2010 و Systat 9 انجام شد.



نمودار ۱) تفسیر نموداری اصلاح‌شده *کاستلو* از نقش مواد غذایی خاص در غذاهای مصرفی ماهی

یافته‌ها

در این مطالعه ۹۰ عدد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از بخش‌های مرکزی و غرب سواحل مازندران جمع‌آوری شد. از این تعداد ٤٦ نمونه متعلق به جنس نر و ٤٤ نمونه متعلق به جنس ماده بود (جدول ۱). نسبت جنسی نر به ماده ۱/۰٤ است که با استفاده از آزمون آماری دانکن مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین جنس نر و ماده وجود ندارد (p>۰/۰۵). بین میانگین طول کل جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵)، در حالی که بین میانگین وزن کل جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p<۰/۰۵). در بررسی گنادهای جنسی ماهیان، برخی نمونه‌ها تا مرحله ٤ رسیدگی جنسی رسیده بودند و آماده مهاجرت‌های تولیدمثلی به رودخانه‌ها بودند (شکل ۲).

نمودار ۲ تفسیر نموداری کاستلو برای اقلام غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را در کل سال و دوره‌های مختلف و نمودار ۳ این تفسیر را در جنسیت‌ها، گروه‌های سنی و مناطق مختلف نشان می‌دهد.

در جمعیت کل ماهیان قزل‌آلای فرارکرده از قفس‌های دریایی، بیشترین فراوانی سنی متعلق به گروه سنی بالای یک سال بود و بیش از ۳۰% نمونه‌ها را تشکیل می‌داد (نمودار ۴).

با بررسی محتویات گوارش ماهی قزل‌آلای فرارکرده از قفس‌های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر، ۱۲ تاکسون متعلق به ۱۲ راسته شناسایی شدند (جدول ۲ و شکل ۳). گروه‌های اقلام غذایی موجود در محتویات دستگاه گوارش این گونه به ترتیب فراوانی نسبی شامل کشتی‌چسب (*Balanus glandula*)، کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*)، دوکفه‌ای‌ها (*Cerastoderma lamarcki*)، گاوماهی (*Neogobius fluviatilis*)، شیشه‌ماهی

www.SID.ir

Archive of SID

(*Atherina caspia*)، کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*)، *Chinavia hilaris*، *Taxiphyllum barbieri*، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*)، Cumacea، سوزن‌ماهی (Syngnathus caspius) و ماهی سه‌خار (*Syngnathus caspius*) بودند (جدول ۲). همچنین برخی از بی‌مهرگان که ناشناخته بودند، در کنار پلاستیک و چوب در دستگاه گوارش نمونه‌های ماهیان مورد بررسی مشاهده شدند.

در محتویات دستگاه گوارش ماهیانی با گروه سنی بالای یک سال، بیشترین فراوانی نسبی مربوط به طعمه *B. glandula* بود، ضمن اینکه طعمه *T. barbieri* فقط در این گروه سنی مشاهده شد (نمودار ۵). در ماهیانی با گروه سنی بالای ۲ سال علاوه بر *B. glandula*، طعمه *C. lamarcki* از بیشترین فراوانی نسبی برخوردار بود، اما برای ماهیانی با گروه سنی بالای ۳ سال طعمه *Atherina caspia* اهمیت بیشتری داشت (نمودار ۶).

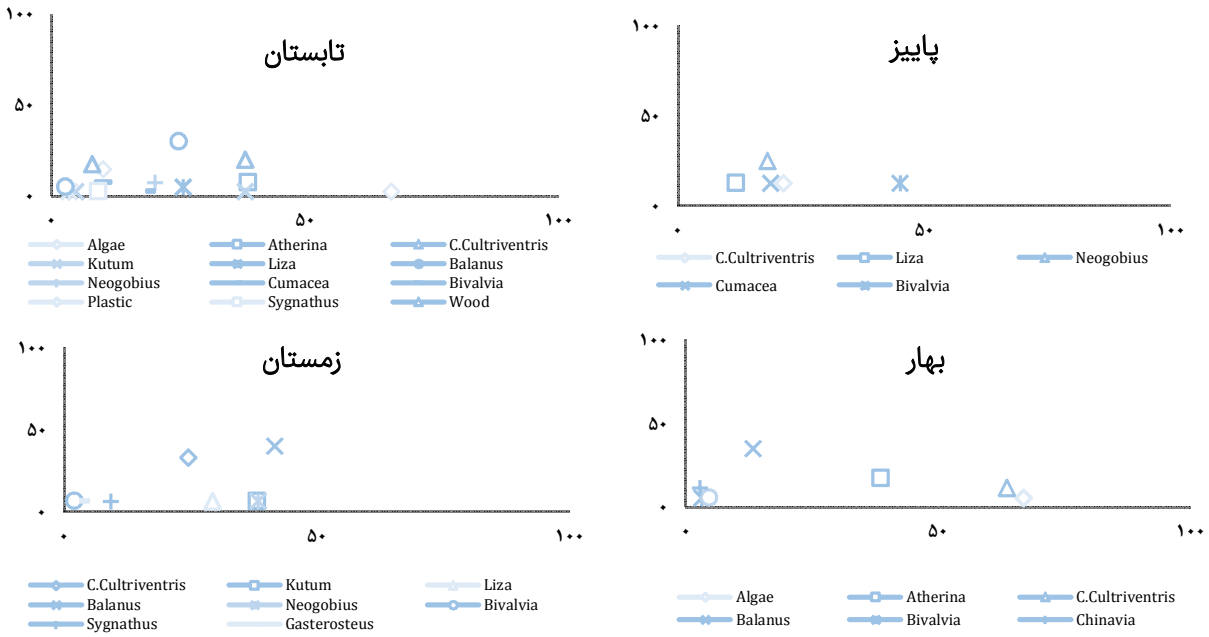
میانگین شاخص سیری به‌منظور برآورد شدت تغذیه‌ای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۲۲۹/۳۹±۲۵/۳۳ بود (نمودار ۵) و مقدار آن در جنس ماده و نر به ترتیب ۳۰۲/۰۱±۴۰/۹۹ و ۲۹۶/۵۹±۲۶/۲۵ گزارش شد که این اختلاف معنی‌داری نبود (p>۰/۰۵).

شاخص سیری در گروه‌های سنی بالای یک سال با سایر گروه‌های سنی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (p>۰/۰۵)، به‌طوری که در گروه طولی بالای دو سال ۳۳۷/۶ و بالای یک سال ۲۷۷/۹ بود (نمودار ۵). همچنین این شاخص در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که شدت تغذیه در پاییز کاهش یافته و به حداقل خود رسیده است (نمودار ۵). شدت تغذیه در فصل بهار از حداکثر مقدار برخوردار بود و دارای اختلاف معنی‌داری با فصل پاییز است (p<۰/۰۵). شدت تغذیه در منطقه مرکزی بیشتر از غرب بود (نمودار ۵) و این شاخص در مکان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵).

جدول ۱) تعداد، نسبت جنسی و میانگین آماری طول کل (TL) و وزن کل (TW) نمونه‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان صیدشده

متغیر	نر	ماده	کل
تعداد نمونه	٤٦	۴۴	۹۰
میانگین طول کل	۳۳/۱۷±۱/۰۵	۳۰/٤۲۵±۱/۷۸	۳۱/۸۲±۱/۰۳
کمینه و بیشینه	٤۸-۱۹	۵٦-۱۳	۵٦-۱۳
میانگین وزن کل	٤۸۹/۹۷±٤۰/۲۷	٦۰٤/٦۷±۷۹/۲۱	۵٤٦/۰۵±٤٤/۰۲
کمینه و بیشینه	۱۱۰۰-۲۰۰	۲۲۳۰-۱۵۶	۲۲۳۰-۱۵۶

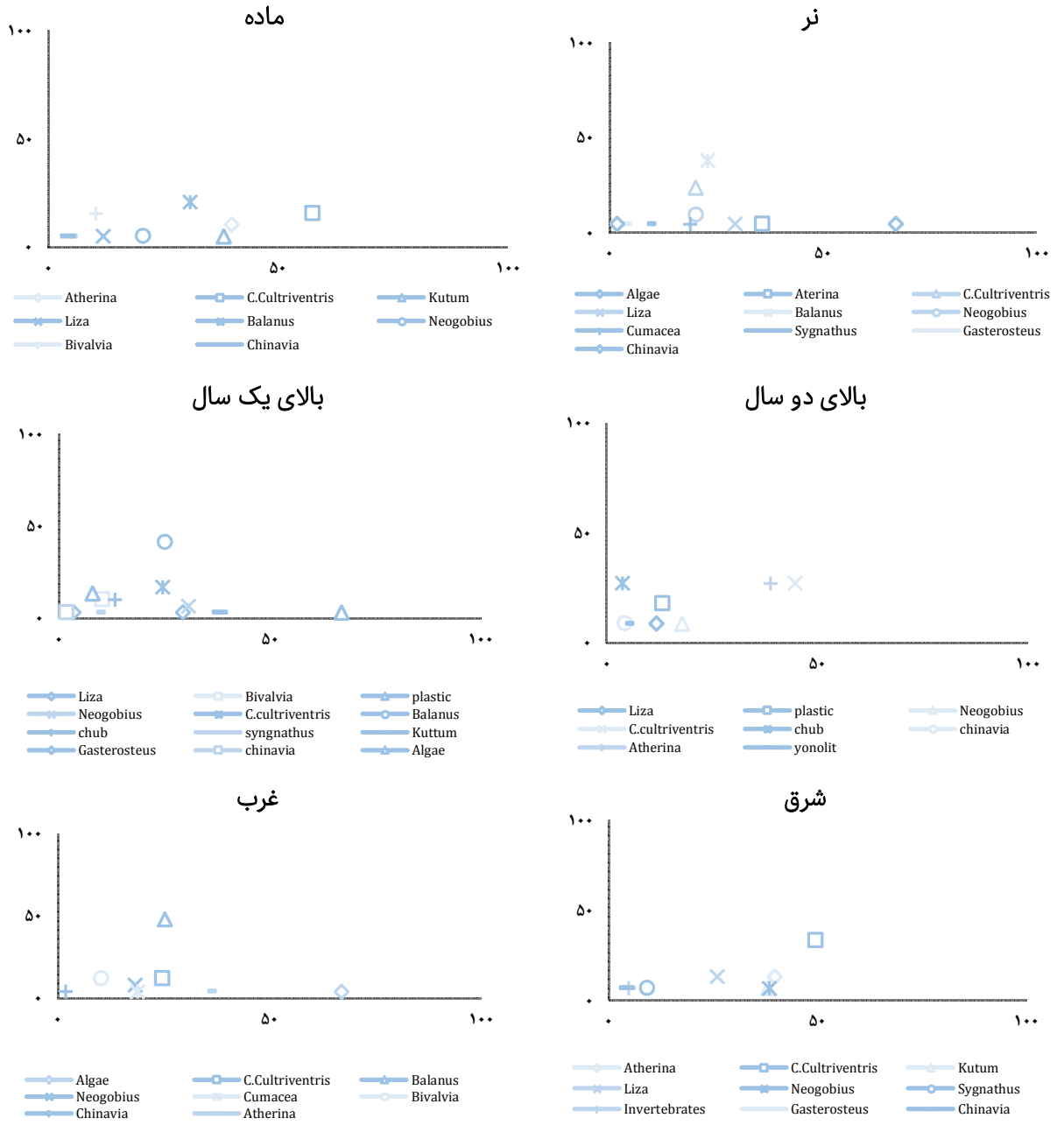
شکل ۲) مراحل رشد رسیدگی گنادهای جنسی در تعدادی از نمونه‌های ماهیان ماده مورد بررسی



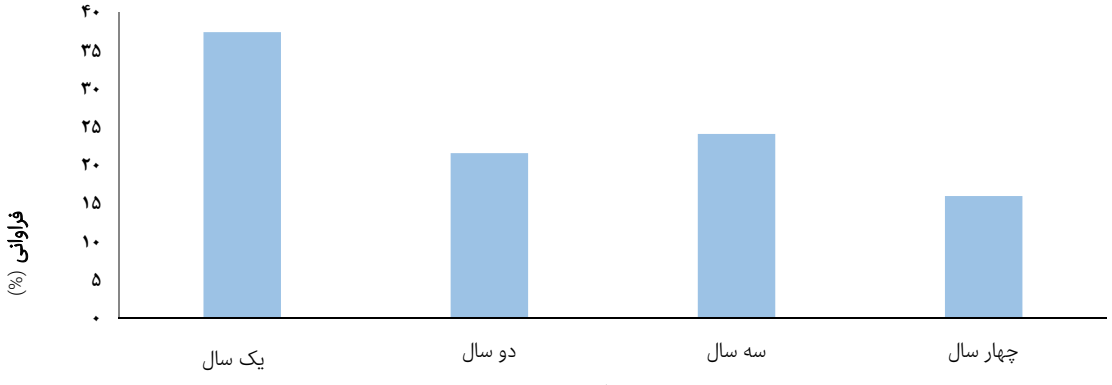
نمودار ۲) تفسیر نموداری *کاستلو* برای اقلام غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کل سال و در دوره‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳) تفسیر نموداری *کاستلو* برای اقلام غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جنسیت‌ها، گروه‌های سنی و مناطق مختلف



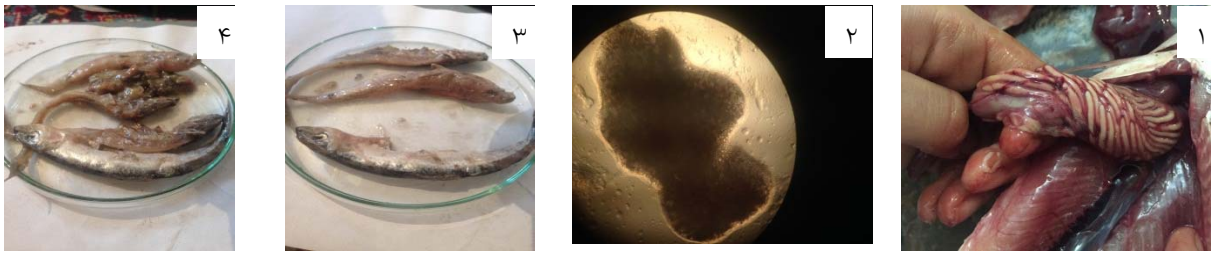
نمودار ۴) ترکیب فراوانی در گروه‌های سنی مختلف جمعیت قزل‌آلای رنگین‌کمان

www.SID.ir

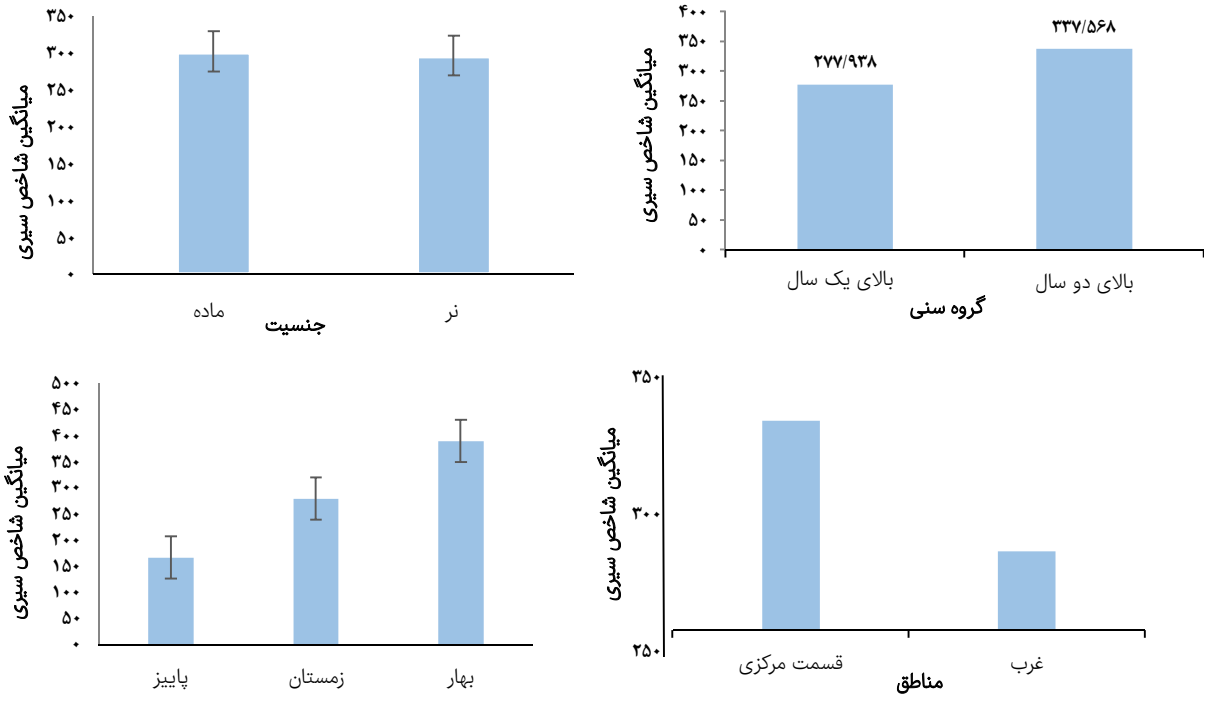
Archive of SID

جدول ۲) اقلام غذایی شناسایی‌شده و درصد فراوانی نسبی آنها در محتویات دستگاه گوارش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

اقلام غذایی	رده	راسته	خانواده	جنس	گونه	فراوانی (%)
Chordata	Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	Choleon	*C. saliens*	۵
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Cardiidae	Cerastoderma	*C. lamarcki*	۷/۵
Chordata	Actinopterygii	Clupeiformes	Clupeidae	Clupeonella	*C. cultriventris*	۸
Chordata	Actinopterygii	Gobiiformes	Gobiidae	Neogobius	*N. fluviatilis*	۷/۵
Arthropoda	Malacostraca	Cumacea	-	-	-	۲/۵
Arthropoda	Hexanauplia	Sessilia	Balanidae	Balanus	*B. glandula*	۱۳/۵
Chordata	Actinopterygii	Syngnathidformes	Syngnathidae	Syngnathus	*S. caspius*	۲/۵
Chordata	Actinopterygii	Gasterosteiformes	Gasterosteidae	Gasterosteus	*G. aculeatus*	۲/۵
Plant	Bryopsida	Hypnales	Hypnaceae	Taxiphyllum	*T. barbieri*	۲/۵
Chordata	Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinidae	Atherina	*A. caspia*	۶
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	Chinavia	*C. hilaris*	۵
Chordata	Actinopterygii	Cypriniformes	Cyprinidae	Rutilus	*R. kutum*	۲/۵
بی‌مهرگان	-	-	-	-	-	۲/۵
چوب	-	-	-	-	-	۱۷/۵
پلاستیک	-	-	-	-	-	۱۵



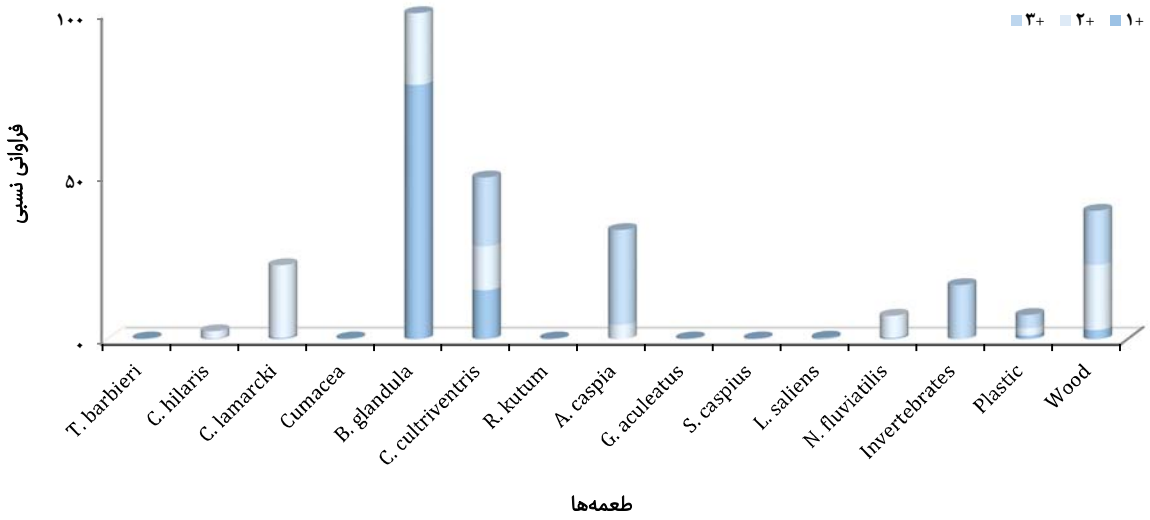
شکل ۳) تعدادی از طعمه‌های شناسایی‌شده در محتویات دستگاه گوارش نمونه‌های ماهیان؛ دستگاه گوارشی که از طعمه کیلکای معمولی تغذیه کرده است (۱)؛ طعمه *Chinavia hilaris* (۲)؛ طعمه *Clupeonella cultriventris* (۳)؛ طعمه‌های *Neogobius fluviatilis* و *Clupeonella cultriventris* (۴)



نمودار ۵) میانگین شاخص سیری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جنسیت‌ها، گروه‌های سنی، فصول و مناطق مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۶) فراوانی نسبی طعمه‌ها در محتویات دستگاه گوارش گروه‌های سنی مختلف ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

نتایج بررسی حاضر نشان داد که *B. glandula* و *C. cultriventris* مهمترین مواد غذایی مصرفی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان هستند و بیشترین فراوانی نسبی را دارند (شکل ۲). فراوانی نسبی *B. glandula* بیشتر از *C. cultriventris*، ولی اهمیت نسبی آن کمتر از *C. cultriventris* بود (شکل ۳؛ $p<0/05$).استراتژی تغذیه این گونه در فصل بهار با سایر فصول تفاوت معنی‌داری داشت ($p<0/05$)، به‌طوری که *C. cultriventris* و *T. barbieri* در فصل بهار غذای عمومی آن محسوب می‌شد، ولی سایر اقلام غذایی در تمامی فصول غذایی نادر برای این گونه بودند (شکل ۲).

ماهیان ماده کمتر از نرها از *B. glandula* تغذیه کردند (شکل ۳)، به‌طوری که فراوانی نسبی *B. glandula* در جنس نر و ماده دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p<0/05$). طعمه *C. cultriventris* در جنس ماده طعمه عمومی محسوب شد، ولی برای جنس نر یک طعمه نادر به حساب می‌آمد.

قزل‌آلای رنگین‌کمان در منطقه مرکزی حوضه جنوبی دریای خزر بیشتر از ماهیان و در غرب بیشتر از *B. glandula* و *T. barbieri* تغذیه کرد (شکل ۳). در منطقه مرکزی *C. cultriventris* برای این گونه، طعمه اختصاصی محسوب می‌شد و از بیشترین اهمیت نسبی برخوردار بود، ولی در غرب *B. glandula* به‌عنوان غذای عمومی و *T. barbieri* طعمه اختصاصی برای این گونه بود. طیف تغذیه‌ای در منطقه مرکزی بیشتر از غرب بود ولی اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0/05$).

استراتژی تغذیه‌ای بین گروه سنی بالای ۲ سال و بالای یک سال متفاوت بود و ماهیان بالای ۲ سال بیشتر رفتار غذایی گوشت‌خواری پیدا کردند، به‌طوری که *T. barbieri* برای گروه سنی بالای یک سال به‌عنوان غذای عمومی محسوب شد ولی سایر اقلام غذایی طعمه نادر به شمار آمدند. برای گروه سنی بالای ۲ سال مواد غذایی گیاهی (*T. barbieri*) از اهمیت کمتری برخوردار بودند (شکل ۳).

بحث

گونه‌ای که خارج از زیستگاه یا پراکنش طبیعی خود زندگی می‌کند گونه غیر بومی نامیده می‌شود[13]. گونه‌های غیر بومی که دارای رشد سریع، تولیدمثل بالا، قدرت پراکنش زیاد، توان سازگاری بالا، تحمل شرایط سخت محیطی و استفاده از طیف گسترده غذایی را داشته باشند پتانسیل تبدیل‌شدن به گونه مهاجم را دارند و قزل‌آلای رنگین‌کمان هم یکی از ۱۰۰ گونه مهاجم دنیا است[14]. بنابراین پرورش این گونه بدون درنظرگرفتن ملاحظات زیست‌محیطی آسیب جبران‌ناپذیری بر اکوسیستم دریای خزر و فون ماهیان آن وارد می‌کند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گروه‌های اقلام غذایی موجود در محتویات دستگاه گوارش این گونه به ترتیب درصد فراوانی نسبی گونه‌های غذایی *Balanus* sp.، *Clupeonella cultriventri*، *Cerastoderma lamarcki*، *Neogobius fluviatilis caspia*، *Atherina*، *Chelon saliens*، *Chinavia hilaris*، *Taxiphyllum barbieri*، *Rutilus kutum*، Cumacea، *Syngnathus caspius* و *Gasterosreus aculeatus* بودند. به این ترتیب از طیف غذایی گسترده‌ای توسط این گونه در دریای خزر استفاده شد، به‌طوری که از انواع موجودات شامل بی‌مهرگان تا ماهیان و از گروه‌های مختلف کف‌زیان (نظیر گاوماهیان و دوکفه‌ای‌ها) و پلاژیک (مانند کیلکاماهیان و شیشه‌ماهیان) هستند. بنابراین همسو با مطالعات سایر محققین ماهی غیر بومی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دریای خزر، بیشتر از غذاهای گوشتی تغذیه می‌کند و گوشت‌خوار است[1, 15-17].

مطالعه حاضر نشان داد که غذاهای گوشتی نظیر گونه‌های ماهیان، بی‌مهرگان و دوکفه‌ای‌ها در تغذیه قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌های دریایی به‌ویژه ماهیانی با گروه‌های سنی بالاتر اهمیت دارد (نمودار ۶)، این نتایج با مطالعات متعددی مطابقت دارد[18-20].

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین تحت تاثیر سازگاری‌ها و مکانیزم‌های رفتاری، فیزیولوژیک و بوم‌شناختی، غذاهای گوشتی در تغذیه این گونه اهمیت بیشتری دارد[14]. نتایج بررسی حاضر نشان داد که طیف غذایی گروه‌های بالای ۲ سال بیشتر از گروه سنی بالای یک سال است. همچنین گونه *B. glandula* دارای فراوانی بالایی در دستگاه گوارش این دسته از گروه‌های سنی بود که با توجه به فرم دهان قزل‌آلای رنگین‌کمان و رفتار غذایی آن احتمالاً این گونه تغذیه مستقیم از *B. glandula* نداشته است. به‌طور کلی مطالعه حاضر با نتایج بالا مطابقت دارد.

نتایج یک مطالعه نشان داد که شدت تغذیه (شاخص سیری) ماهیان در سنین پایین‌تر بیشتر است[18]. در مطالعه حاضر شاخص شدت تغذیه در گروه سنی بالای یک سال کمتر از گروه‌های سنی بالاتر بود، ولی این اختلاف معنی‌دار نبود ($p>0/05$). با توجه به تعداد گروه‌های سنی کم و احتمالاً تعداد نمونه‌های مورد بررسی (حجم اطلاعات)، نتایج مطالعه حاضر نتوانست این موضوع را دقیق‌تر به اثبات برساند و به نظر می‌رسد به بررسی کامل‌تری نیاز داشته باشد.

در مطالعات متعدد نشان داده شد که شدت تغذیه در ماهیان دارای تغییرات زمانی است و در زمان تولیدمثل و با کاهش دما، کاهش می‌یابد[20, 21-23]. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که شدت تغذیه در پاییز کاهش یافت و به حداقل خود رسید. شدت تغذیه در فصل بهار از حداکثر مقدار برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری با فصل پاییز داشت ($p<0/05$). به این ترتیب نتایج مطالعه حاضر در تمامی موارد با نتایج مطالعات دیگر مطابقت دارد. از آنجایی که فعالیت‌های متابولیزمی ماهی‌های کوچکتر بیشتر از ماهی‌های بزرگتر بود (تعداد گروه‌های سنی در مطالعه حاضر محدود بود و احتمالاً نیاز به بررسی تعداد نمونه‌های بیشتری است)، کاهش دما نیز روی این فعالیت‌ها تاثیر داشت. همچنین هنگام تولیدمثل به‌دلیل تغییرات فیزیولوژیک و رفتاری اثرات تمامی موارد بر روی شدت تغذیه غالب ماهیان توسط محققین تایید شد[24-26].

نتایج گزارشات دیگر در مورد گوشت‌خواربودن قزل‌آلای رنگین‌کمان[18] همسو با نتایج این مطالعه بود. اما نتایج این مطالعه در مورد تغذیه بیشتر جنس نر قزل‌آلای رنگین‌کمان از غذاهای گوشتی و پرانرژی نسبت به جنس ماده این گونه با نتایج مطالعه حاضر مطابقت نداشت. به این ترتیب که در مطالعه حاضر طعمه *C. cultriventris* برای جنس ماده یک طعمه عمومی محسوب شد، ولی برای جنس نر یک طعمه نادر بود. به هر حال طعمه *C. cultriventris* برای هر دو جنس قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس‌های دریایی از دسته اقلام غذایی اختصاصی یا غالب نبود و احتمالاً می‌تواند به میزان فراوانی طعمه مورد نظر در منطقه مورد مطالعه بستگی داشته باشد.

در سراسر دنیا تخمین زده شده است که ۸۰% گونه‌های در خطر انقراض می‌توانند از رقابت یا شکار توسط گونه‌های مهاجم رنج ببرند[27]. گونه‌های مهاجم جدی‌ترین زیست‌مندان سیستم‌های پارک‌های ملی آمریکا هستند. در حالی که اثرهای کاهش کیفیت زیستگاه، قطعه‌قطعه‌شدن و آلودگی آن می‌تواند طی سال‌ها تصحیح شود، اما حذف گونه‌های مهاجم امکان‌پذیر نیست[13]. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، همچنین مهاجم‌بودن قزل‌آلای رنگین‌کمان، رقابت غذایی شدید این گونه با آزاد ماهی دریای خزر (*Salmo caspius*) و سایر گونه‌های ماهیان گوشت‌خوار این دریا[1, 4]، به‌منظور حفظ تنوع زیستی گونه‌های ماهیان، یک مطالعه جامع برای ارزیابی ریسک پرورش این گونه در قفس‌های دریایی در سواحل جنوبی دریای خزر ضرروی به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از قفس توانایی تغذیه از موجودات مختلف اکوسیستم دریای خزر را دارد و با توجه به ساختار جمعیتی این گونه غیر بومی در این دریا و رشد گنادهای جنسی آن، امکان زندگی و بقا در این اکوسیستم منحصربه‌فرد را دارد. این گونه از رفتار غذایی گوشت‌خواری برخوردار است و از طیف گسترده غذایی استفاده می‌کند. بنابراین امکان رقابت غذایی آن با بسیاری از گونه‌های ماهیان دریای خزر وجود دارد. از آنجایی که این گونه گوشت‌خوار بسیار حریصی است و در راس هرم اکولوژیک ماهیان دریای خزر قرار می‌گیرد، با گونه‌هایی نظیر آزادماهی دریای خزر که از گونه‌های انحصاری این اکوسیستم است و به‌شدت در معرض خطر انقراض قرار دارد رقابت غذایی نزدیکی دارد. اثرات قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌عنوان گونه مهاجم شکارچی و بسیار حریص فقط به برخی از گونه‌ها از جمله ماهی آزاد دریای خزر محدود نیست و به‌دلیل ویژگی‌های رفتاری آن، به بسیاری از گونه‌های دریای خزر آسیب جدی وارد می‌کند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان از حوزه معاونت پژوهشی و فناوری موسسه آموزش عالی خزر به‌دلیل فراهم‌کردن امکانات آزمایشگاهی برای انجام مطالعه حاضر تشکر و قدردانی می‌کنند.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: مهدی نادری جلودار (نویسنده اول)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی/تحلیلگر آماری (۵۰%)؛ عارف‌السادات میرحجازی (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۵۰%).

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1- Naderi Jolodar M, Abdoli A. The biodiversity of south Caspian Sea basin fishes. 1st Edition. Tehran: Aquatic Science Publications; 2008. [Persian]

2- Penczak T, Galicka W, Molinski M, Kusto E, Zalewski M. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, Salmo gairdneri. J Appl Ecol. 1982;19(2):371-93.

www.SID.ir

Archive of SID

Casp J Environ Sci. 2011;9(2):223-33. [Persian]
17- Myers RA. When do environment-recruitment correlations work?. Rev Fish Biol Fish. 1998;8(3):285-305.
18- Naderi Jolodar M, Salarvand GR, Abdoli A, Fazli H, Eehaqi Timmory M. The feeding strategy of Rutilus frisii kutum Kamensky 1901. J Appl Fish R. 2013;1(3):63-73. [Persian]
19- Zarinkamar H. Servey feeding habits of Kutum in Bandar Anzali coastal [Dissertation]. Tehran: Islamic Azad University Central Tehran Branch; 1996. [Persian]
20- Afraeibandpei MA, Mashhor M, Abdolmalaki Sh, El-Sayed A. Food and feeding habits of the Caspian kutum, Rutilus frisii kutum (Cyprinidae) in Iranian waters of the Caspian Sea. Cybium. 2009;33(3):193-8.
21- Stergiou KI. Feeding habits of the Lessepsian migrant Siganus luridus in the eastern Mediterranean, its new environment. J Fish Biol. 1988;33(4):531-43.
22- Geetha S, Suryanarayanan H, Balakrishan N. On the food and feeding habits of Puntius vittatus (day). Indian Nat Sci Acad. 1990;56(4):327-34.
23- Dadzie S. Food and feeding habits of the black pomfret, Parastromateus niger (Carangidae) in the Kuwaiti waters of the Arabian Gulf. Cybium. 2007;31(1):77-84.
24- Nikoliskii GV. Ecology of fishes. Moscow: Unknown Publisher; 1963.
25- Naderi Jolodar M, Hashemian Seed A, Roohi Kolahgar A, Afraei Bandpei MA, Fazli H, Mokarammi A. The role of the Macrobenthic invertebrates in feeding some bony fishes-the economic in the southeast coast of the Caspian Sea. J Appl Ichthyol Res. 2019;7(3):77-92. [Persian]
26- Biswas SP. Manual of methods in fish biology. New Delhi: South Asian Publishers; 1993.
27- Pimentel D, Zuniga R, Morrison D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecol Econ. 2005;52(3):273-88.
3- Rikardsen H, Amundsen PA, Bodin PJ. Foraging behaviour changes of Arctic charr during smolt migration in northern Norway. J Fish Biol. 2002;60(2):489-91.
4- Coad BW, Abdoli A. Exotic fish species in the fresh waters of Iran. Zool Middle East. 1993;9(1):65-80.
5- Bagenal T. Method for assessment of fish production in freshwater. 3rd Edition. Oxford: Blackwell Publication; 1978.
6- Kim CH, Park JY, Park MK, Kang EJ, Kim JH. Minute tubercles on the skin surface of larvae in the Korean endemic bitterling, Rhodeus pseudosericeus (Pisces, Cyprinidae). J Appl Ichthyol. 2008;24(3):269-75.
7- Berg LS. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. 4th Edition. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations; 1965.
8- Brishtin AA. Invertebrate atlas of the Caspian Sea. Moscow: Food Industry; 1970.
9- Shorygin AA. Feeding and nutritional interrelations of fish in the Caspian Sea. Moscow: Pishchepromizdat; 1952.
10- Costello MJ. Predator feeding strategy and prey importance: A new graphical analysis. J Fish Biol. 1990;36(2):261-3.
11- Salavatian SM, Rahman Aliof A, Mostafa Gholiof Z, Nezami Baloochi Sh, Abbasi Ranjbar K. Aquatic fauna of Laar reservoir. J Fish. 2012;6(1):1-18. [Persian]
12- Conover WJ. Practical nonparametric statistics. 2nd Edition. Hoboken: Wiley; 1980.
13- Coblentz BE. Exotic organisms: A dilemma for conservation biology. Conserv Biol. 1990;4(3):261-5.
14- Alexander TR, Fichter GS. Ecology. Karimmi A, translator. Tehran: National Society for the Conservation of Natural Resources and Human Environment; 1977. [Persian]
15- Abdoli A. Iranian inland waters. Tehran: Iranshenasi Publisher; 2016. [Persian]
16- Salavatian M, Gholiev Z, Aliev A, Abassi K. Feeding behavior of brown trout, Salmo trutta fario, during spawning season in four rivers of Lar National Park, Iran.

www.SID.ir