



بررسی ترکیب غذایی و انتخابگری طعمه توسط بچه‌ماهیان بلوگا (*Huso huso*) در استخرهای خاکی

هاشم نوفرستی¹، حجت الله جعفریان^{2*}، رحمان پاتیمار²، حسین آدینه³، محمد فرهنگی³

1- دانشجوی دکتری گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

2- استاد گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

3- دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران

نوع مقاله: پژوهشی اصیل	چکیده پژوهش حاضر با هدف بررسی ترکیب غذایی و انتخاب‌گری طعمه در بچه‌ماهیان بلوگا (<i>Huso huso</i>) انجام شد. برای این منظور، ترکیب و فراوانی جوامع زئوپلانکتونی و بنتوزی در چهار استخر خاکی طی یک دوره پرورش 45 روزه در شش دوره نمونه‌برداری بررسی شد. هر استخر دارای مساحت 2 هکتاری، عمق 2 متری و شکل مستطیلی بود. در مجموع، 250 عدد بچه‌ماهی به‌صورت هفتگی نمونه‌برداری شد. محتویات دستگاه گوارش آن‌ها، همراه با زئوپلانکتون‌ها و بنتوزهای موجود در استخرها، با استفاده از روش‌های استاندارد بررسی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، هفت گروه طعمه از جوامع زئوپلانکتونی و بنتوزی شامل دافنی، دیپتوموس، سیپریس، روتیفرها، ناپلی‌های کوبه‌پود، سیکلوپس و لاروهای شیرونومیدها شناسایی شدند. دافنی با فراوانی 41/73 درصد در جامعه طعمه‌های در دسترس و 77/08 درصد در محتویات دستگاه گوارش، بیشترین فراوانی را داشت. بر اساس شاخص انتخابگری ایولو، دافنی (0/97)، سیپریس (0/77) و لاروهای شیرونومیده (0/60) به‌طور مثبت انتخاب شدند؛ در مقابل، ناپلی‌های کوبه‌پود (1-)، روتیفرها (1-) سیکلوپس (1-) و دیپتوموس (0/59-) انتخاب منفی داشتند. بررسی روند زمانی شاخص انتخابگری نشان داد که انتخاب دافنی و سیپریس در طول دوره نمونه‌برداری کاهش یافت، در حالی که انتخاب لاروهای شیرونومیده افزایش مشاهده شد. در مجموع، نتایج نشان داد که ترکیب غذایی و الگوی انتخاب طعمه در بچه‌ماهیان بلوگا طی دوره پرورش تغییر کرده بود و با گذشت زمان، مصرف طعمه‌های زئوپلانکتونی کاهش یافته و بهره‌برداری از طعمه‌های کفزی، به‌ویژه لاروهای شیرونومیده، افزایش یافت.
تاریخچه مقاله دریافت: 1405/06/20 پذیرش: 1405/07/05	کلمات کلیدی: تنوع زیستی، زئوپلانکتون، شیرونومیده، انتخاب‌گری غذا، بلوگا
نویسنده مسئول مکاتبه: حجت الله جعفریان استاد گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، ایران ایمیل: hojat.jafaryan@gmail.com	

مقدمه

در نتیجه، تکثیر مصنوعی، پرورش بچه‌ماهیان و رهاسازی آن‌ها از اجزای مهم برنامه‌های بازسازی ذخایر این گونه به شمار می‌رود (Noori et al., 2011). رژیم غذایی این گونه در طول دوره رشد ثابت نیست و با اندازه بدن، توانایی شکار، شرایط زیستگاه و دسترسی طعمه تغییر می‌کند (Yousefi et al., 2025). بچه‌ماهیان در مراحل اولیه رشد، به‌ویژه در زیستگاه‌های کم‌عمق، از بی مهرگان آبی و طعمه‌های کوچک استفاده می‌کنند، در حالی که با افزایش اندازه بدن، سهم ماهی در رژیم غذایی آن‌ها افزایش می‌یابد (Coad, 2019; Fazli et al., 2020). در شرایط پرورشی نیز غذاهای زنده، از جمله دافنی، آرتمیا

ماهی بلوگا یا فیل ماهی (*Huso huso*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری حوضه پنتوکاسپین است که در دریای خزر، دریای سیاه و دریای آزوف پراکنش دارد (Yousefi et al., 2025). این گونه به دلیل ارزش اقتصادی و قابلیت پرورش، از گونه‌های مهم آبی‌پروری محسوب می‌شود. با این حال، کاهش کیفیت زیستگاه، انسداد مسیرهای مهاجرتی، تخریب محل‌های تخم‌ریزی، صید غیرقانونی و آلودگی، جمعیت‌های طبیعی آن را با تهدید جدی مواجه کرده است و در فهرست سرخ اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت در رده به‌شدت در معرض خطر انقراض (Critically Endangered) قرار دارد (IUCN, 2026).

محل مطالعه و طرح نمونه‌برداری

این پژوهش طی یک دوره نمونه‌برداری شش‌هفته‌ای، از اواسط اسفند 1399 تا اواسط فروردین 1400، در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی واقع در 45 کیلومتری شمال شرق گرگان، انجام شد. از میان استخرهای خاکی مرکز، چهار استخر با مساحت 2 هکتار، شکل مستطیلی و عمق متوسط 2 متر انتخاب شدند. در زمان اجرای پژوهش، چهار استخر خاکی دارای بچه‌ماهیان که از نظر مساحت، زمان آبیگری، منبع تأمین آب و برنامه مدیریتی مشابه بودند، در دسترس بود؛ بنابراین، همه استخرهای واجد شرایط وارد مطالعه شدند.

آبیگری و ذخیره‌سازی بچه‌ماهیان در هر چهار استخر به‌طور هم‌زمان انجام شد و آب استخرها از یک منبع مشترک تأمین می‌شد. هر استخر در شش نوبت، با فواصل زمانی تقریباً یک هفته، نمونه‌برداری شد.

نمونه‌برداری زئوپلانکتون

در هر نوبت نمونه‌برداری، از هر استخر دو ایستگاه نمونه‌برداری تصادفی انتخاب شد. نمونه‌های زئوپلانکتونی با استفاده از تور پلانکتون‌گیر با قطر دهانه 200 میلی‌متر و چشمه 65 میکرومتر جمع‌آوری شدند. تور در هر ایستگاه، در مسیرهای طولی و عرضی و در مسافتی تقریباً 10 متر، از نزدیکی سطح تا نزدیک بستر استخر کشیده شد. حجم تقریبی آب صاف شده در هر استخر 650 تا 700 لیتر بود. نمونه‌برداری‌ها بین ساعت 10 تا 11 صبح و در سه تکرار انجام شد.

نمونه‌ها در بطری‌های شیشه‌ای منتقل و با فرمالین 4 درصد تثبیت شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها پس از همگن‌سازی، با استفاده از لام شمارش سدویک-رافتر شمارش و شناسایی شدند. برای هر نمونه، 0/5 میلی‌لیتر از محلول همگن شده به‌عنوان زیرنمونه بررسی شد و شمارش برای کنترل دقت در 2 زیرنمونه انجام شد. فراوانی زئوپلانکتون‌ها به‌صورت تعداد در مترمکعب آب گزارش شد. شناسایی نمونه‌ها نیز با استفاده از کلیدهای معتبر انجام شد (Pontin, 1978; Prescott, 1970).

نمونه‌برداری بنتوز و زی‌توده

نمونه‌برداری بنتوز در هر استخر و در هر نوبت نمونه‌برداری، با استفاده از بنتوزگیر اکمن انجام شد. بنتوزگیر مورد استفاده دارای دهانه $15/2 \times 15/2$ سانتی‌متر و سطح نمونه‌برداری 231 سانتی‌متر مربع ($0/0231 \text{ m}^2$) بود. در هر

و لاروهای شیرونومیده، می‌توانند در تغذیه مراحل لاروی و اولیه رشد ماهیان خاویاری نقش مهمی داشته باشند (Mohseni et al., 2012; Efatpanah et al., 2024; Yousefi et al., 2025).

اگرچه اطلاعات قابل‌توجهی درباره زیست‌شناسی، بوم‌شناسی، تولیدمثل و مدیریت پرورش ماهیان خاویاری در دسترس است (Lobanov; Peterson et al., 2007; et al., 2024)، مطالعات محدودی به بررسی هم‌زمان طعمه‌های موجود در محیط، ترکیب غذایی و انتخابگری طعمه در بچه‌ماهیان بلوگا در استخرهای خاکی پرداخته‌اند. بررسی این الگو مستلزم مقایسه هم‌زمان فراوانی نسبی طعمه‌ها در محیط و محتویات گوارشی است، زیرا فراوانی یک طعمه در استخر لزوماً با مصرف بیشتر یا انتخاب مثبت آن توسط ماهی مطابقت ندارد. شاخص‌های انتخابگری، از جمله شاخص انتخابگری ایولو، با مقایسه سهم طعمه در رژیم غذایی و محیط، طعمه‌های مصرف‌شده بیش از یا کمتر از میزان دسترس‌پذیری آن‌ها را مشخص می‌کنند (Ivlev, 1961; Lechowicz, 1982).

در استخرهای خاکی، ساختار و فراوانی جوامع زئوپلانکتونی و بنتوزی، دسترس‌پذیری طعمه‌های طبیعی را تعیین می‌کند و می‌تواند بر الگوی تغذیه بچه‌ماهیان اثر بگذارد (Nunn et al., Weber and Traunspurger, 2015; 2012). شناخت ترکیب غذایی و انتخابگری طعمه می‌تواند اطلاعات لازم را برای مدیریت کوددهی و حاصل‌خیزی استخر، تقویت جوامع طعمه طبیعی و تنظیم تغذیه تکمیلی فراهم کند و در بهبود راهبردهای پرورش و آماده‌سازی بچه‌ماهیان برای رهاسازی مؤثر باشد (FAO, 2011a, b). با وجود اهمیت این موضوع، اطلاعات مربوط به تغییرات زمانی ترکیب غذایی و انتخابگری طعمه در بچه‌ماهیان بلوگا پرورش‌یافته در استخرهای خاکی محدود است.

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی ترکیب و فراوانی گروه‌های طعمه زئوپلانکتونی و بنتوزی در استخرهای خاکی، تعیین ترکیب غذایی بچه‌ماهیان بلوگا (*Huso huso*) و ارزیابی انتخابگری طعمه بر اساس شاخص ایولو در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی (گرگان، ایران) انجام شد. افزون بر این، تغییرات زمانی انتخابگری گروه‌های اصلی طعمه طی دوره پرورش بررسی شد.

مواد و روش‌ها

استخر، سه نمونه مستقل از بستر نرم برداشت شد. نمونه‌های بنتوز پس از شست‌وشو و جداسازی مواد رسوبی، به ظروف شیشه‌ای درب‌دار منتقل و با محلول فرمالین 4 درصد تثبیت شدند. در آزمایشگاه، موجودات بنتوزی از رسوبات و مواد آلی جدا، شمارش و بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی تا پایین‌ترین سطح رده‌بندی قابل تشخیص شناسایی شدند. فراوانی بنتوزها با استفاده از سطح واقعی دهانه بنتوزگیر اکمن محاسبه و بر حسب تعداد در مترمربع گزارش شد.

زی‌توده بنتوزها بر اساس وزن تر نمونه‌های تثبیت‌شده تعیین شد. پس از جداسازی نمونه‌های بنتوزی، آب اضافی سطح بدن موجودات با استفاده از کاغذ صافی جاذب حذف شد و وزن تر آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت 0/001 گرم اندازه‌گیری شد. زی‌توده هر نمونه با تقسیم وزن تر کل موجودات بنتوزی بر سطح دهانه اکمن ($0/0231 \text{ m}^2$) محاسبه و به صورت گرم وزن تر در مترمربع گزارش شد. محاسبه زی‌توده بر اساس رابطه زیر انجام شد (Djumanto et al., 2017).

$$B = W/A$$

که در آن، B زی‌توده بنتوز بر حسب گرم وزن تر در مترمربع؛ W وزن تر کل موجودات بنتوزی در هر نمونه بر حسب گرم، و A سطح دهانه بنتوزگیر اکمن بر حسب مترمربع است.

نمونه‌برداری بچه ماهیان و بررسی محتویات گوارشی

بچه ماهیان با استفاده از تور ترال با سطح دهانه 540 سانتی‌مترمربع و چشمه 3 میلی‌متر صید شدند. در مجموع، 250 عدد بچه ماهی طی شش مرحله نمونه‌برداری جمع‌آوری شد. طول کل ماهیان با تخته زیست‌سنجی با دقت 1 میلی‌متر و وزن بدن با ترازوی دیجیتال با دقت 0/001 گرم اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها سپس با 4 درصد فرمالین تثبیت و برای بررسی محتویات گوارشی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آغاز مطالعه، بچه ماهیان بلوگا دارای میانگین وزنی $4/93 \pm 34/15$ گرم و میانگین طول کل $0/17 \pm 3/55$ سانتی‌متر بودند.

در آزمایشگاه، دستگاه گوارش شامل معده و روده از بدن خارج شد. وزن دستگاه گوارش پر و پس از تخلیه کاملاً ترازوی دیجیتال با دقت 0/001 گرم ثبت شد؛ اختلاف این دو مقدار به عنوان وزن محتویات گوارشی محاسبه شد. طول

دستگاه گوارش نیز با کولیس با دقت 0/01 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اقلام غذایی با استفاده از استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی 10 تا 70 برابر و، در صورت نیاز، میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی 40 و 100 برابر شناسایی و شمارش شدند. اقلام طعمه بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی تا پایین‌ترین سطح رده‌بندی ممکن با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند (Fischer and Bianchi, 1984؛ Froese and Pauly, 2020).

شاخص انتخابگری غذا

انتخابگری طعمه با استفاده از شاخص ایوлев محاسبه شد (Ivlev, 1961).

$$E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

که در آن، E = شاخص انتخابگری برای گروه طعمه؛ r_i = سهم گروه طعمه i در محتویات دستگاه گوارش بچه ماهیان، p_i = سهم نسبی همان گروه طعمه در جامعه طعمه‌های در دسترس در استخر است. مقدار این شاخص در دامنه -1 تا +1 قرار دارد. مقادیر $E_i > 0$ نشان‌دهنده انتخاب مثبت طعمه، مقدار $E_i = 0$ بیانگر مصرف طعمه متناسب با دسترس‌پذیری آن در محیط، و مقادیر $E_i < 0$ نشان‌دهنده انتخاب منفی یا مصرف کمتر از میزان دسترس‌پذیری طعمه هستند. مقدار $E_i = -1$ فقط در شرایطی رخ می‌دهد که یک گروه طعمه در محیط حضور داشته، اما در محتویات گوارشی مشاهده نشود؛ بنابراین، این مقدار بیانگر عدم مصرف کامل آن گروه طعمه است. مقادیر نزدیک به +1 نیز نشان‌دهنده انتخاب بسیار قوی یک طعمه نسبت به فراوانی آن در محیط هستند (Ivlev, 1961؛ Lechowicz, 1982).

$$(\text{تعداد نمونه‌های مشاهده در مترمربع آب} \times \text{وزن انفرادی هر یک از زئوپلانکتونهای مشاهده شده}) = \sum \text{بیوماس زئوپلانکتون}$$

$$\text{بیوماس بنتوز} = \frac{\text{تعداد لارو شیرونومید}}{\text{وزن انفرادی بنتوز} \times \text{مساحت سطح اکمن}}$$

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها ابتدا در نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 سازمان‌دهی و سپس در نرم‌افزار SPSS نسخه 23 تحلیل شدند. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک¹ بررسی شد. پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها، به منظور بررسی تفاوت میانگین متغیرهای مورد بررسی در شش نوبت نمونه‌برداری، از تحلیل واریانس یک طرفه² استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن³ انجام شد. سطح معنی‌داری در تمامی آزمون‌ها 05/0 در نظر گرفته شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 ترسیم شدند.

نتایج

نتایج شناسایی و رده‌بندی تاکسونومیک گروه‌های بنتوزی و زئوپلانکتونی موجود در استخرهای خاکی مورد مطالعه در جدول 1 ارائه شده است. در مجموع، هفت گروه شامل دافنی، دیپتوموس، سیپریس، روتیفرها، ناپلی کوپه‌پودا، سیکلوپسو لاروهای شیرونومیده در نمونه‌های مورد بررسی شناسایی شدند. از میان گروه‌های شناسایی شده، دافنی، دیپتوموس، روتیفرها، ناپلی کوپه‌پودا و سیکلوپس در گروه زئوپلانکتون‌ها قرار می‌گیرند، در حالی که لاروهای شیرونومیده جزء بی‌مهرگان بنتوزی محسوب می‌شوند؛ سیپریس نیز به گروه سخت‌پوستان اوستراکود تعلق دارد و با توجه به ماهیت نمونه‌برداری، در این مطالعه به عنوان یکی از گروه‌های آبزی شناسایی شده گزارش شده است.

جدول 1: شناسایی و رده‌بندی تاکسونومیک گروه‌های بنتوزی و زئوپلانکتونی شناسایی شده در استخرهای مورد مطالعه

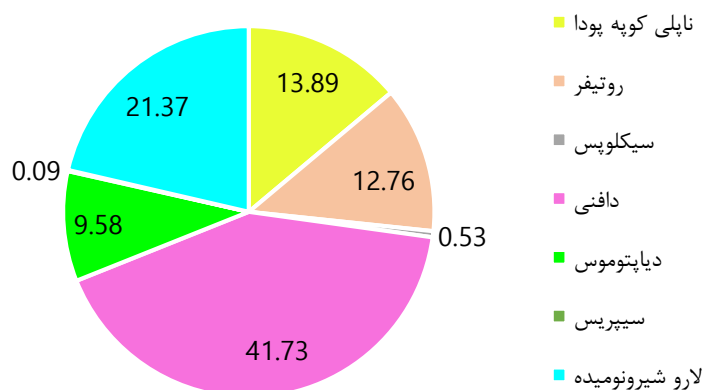
گونه شناسایی شده	شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس
Daphnia	Arthropoda	Crustacea	Cladocera	Daphniidae	Daphnia
Diaptomus	Arthropoda	Crustacea	Calanoida	Diaptomidae	Diaptomus
Cypris	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Cyprididae	Cypris
Rotifera	Rotifera	-	-	-	-
Copepoda nauplii	Arthropoda	Crustacea	Copepoda	-	-
Chironomidae larvae	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus
Cyclops	Arthropoda	Crustacea	Cyclopoida	Cyclopidae	Cyclops

بر اساس نتایج شکل 1، دافنی با فراوانی نسبی 41/73 درصد بیشترین سهم را در میان گروه‌های شناسایی شده داشت. پس از آن لاروهای شیرونومیده با 21/37 درصد، ناپلی کوپه‌پودا با 13/89 درصد، روتیفرها با 12/76 درصد و دیپتوموس با 9/58 درصد قرار گرفتند. فراوانی نسبی سیکلوپس و سیپریس نیز به ترتیب 0/53 و 0/09 درصد بود.

³Duncan test

¹Shapiro-Wilk Test

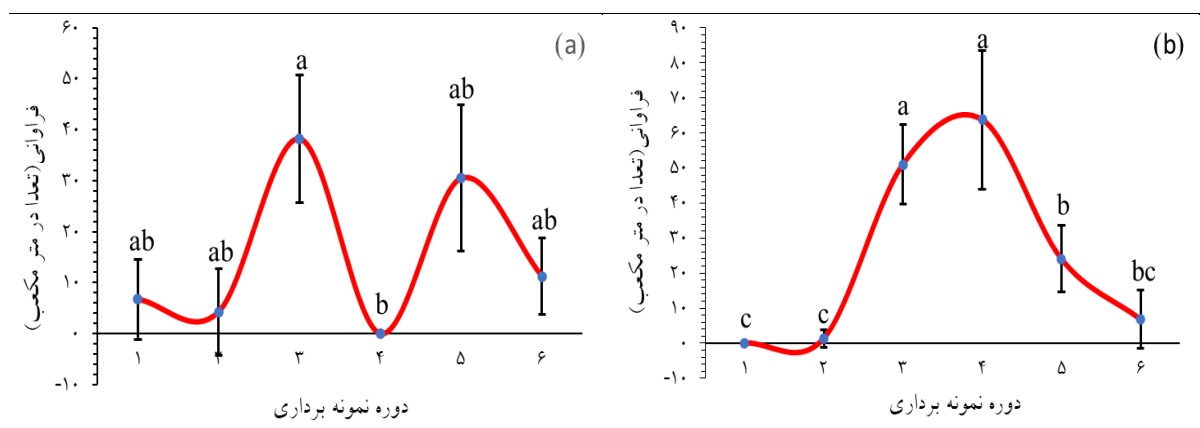
²One-way ANOVA

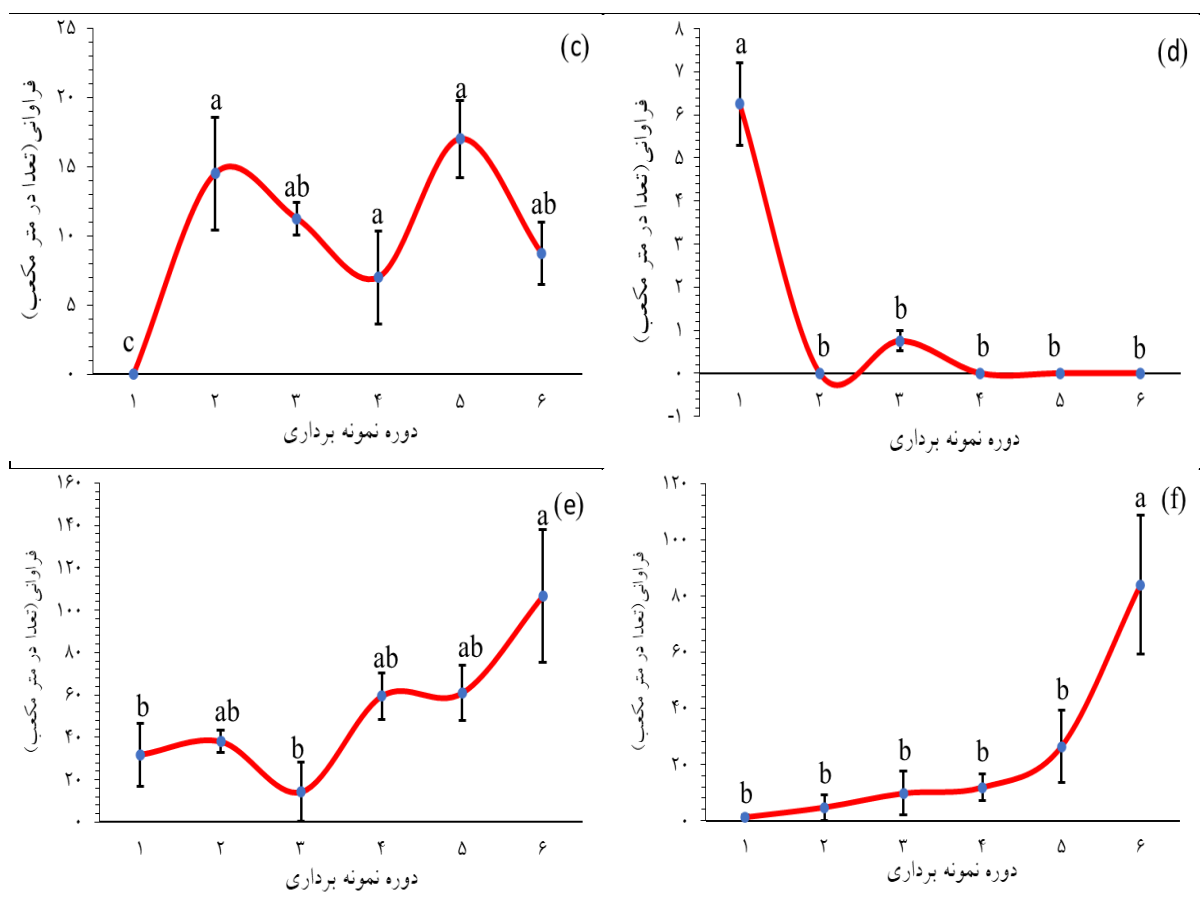


شکل 1: درصد فراوانی گروه‌های بنتوزی و زئوپلانکتونی شناسایی شده در استخرهای پرورشی

افزایشیافت و در دوره‌های دوم تا ششم در مقادیر نسبتاً بالاتری باقی ماند، هرچند بین این دوره‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل 1-c). در مورد سیکلوپس، بیشترین فراوانی در دوره اول ثبت شد و از دوره دوم به بعد به مقادیر بسیار پایین‌تری رسید؛ به‌طوری‌که دوره اول با سایر دوره‌ها تفاوت معنی‌دار داشت (شکل 1-d). فراوانی دافنی نیز در دوره‌های مختلف نوسان داشت و در دوره ششم به بیشترین مقدار رسید؛ این مقدار با دوره‌های اول و سوم تفاوت معنی‌دار داشت (شکل 2 e). در مقابل، فراوانی لاروهای شیرونومیده طی دوره‌های ابتدایی پایین بود و در دوره ششم افزایشیافت، به‌طوری‌که مقدار ثبت شده در دوره ششم به‌طور معنی‌داری بیشتر از دوره‌های اول و سوم بود؛ اما اختلاف معنی‌داری با سایر دوره‌ها نداشت ($p > 0/05$).

نتایج مقایسه فراوانی گروه‌های بنتوزی و زئوپلانکتونی در محیط آب طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که فراوانی گروه‌های شناسایی شده در طول دوره مطالعه تغییرات زمانی معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$). بر اساس نتایج شکل 2 a، فراوانی ناپلی کوبه پودا در دوره سوم به بیشترین مقدار رسید و در دوره چهارم به حداقل مقدار کاهش یافت؛ با این حال، تفاوت معنی‌دار عمدتاً بین دوره‌های سوم و چهارم مشاهده شد. فراوانی روتیفرها نیز از دوره اول تا چهارم افزایشیافت و در دوره چهارم به بیشترین مقدار رسید، سپس در دوره‌های پنجم و ششم کاهش یافت؛ به‌طوری‌که دوره‌های سوم و چهارم از نظر آماری در گروه بالاتری نسبت به دوره‌های ابتدایی قرار گرفتند (شکل 2 b). فراوانی دیپتوموس نیز از دوره اول به‌طور معنی‌داری

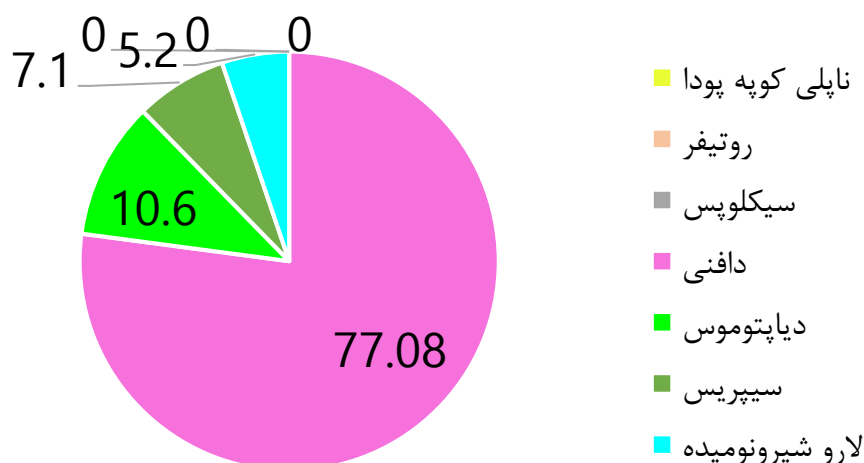




شکل 2: مقایسه فراوانی بنتوزها و زئوپلانکتون‌ها در آب طی تیمارهای زمانی مختلف: (a) ناپلی کویه پودا، (b) روتیفر، (c) دیپتوموس، (d) سیکلوس، (e) دافنی، (f) لاروهای شیرونومیده

در صد قرار داشتند. در محتویات دستگاه گوارش، اثری از ناپلی کویه پودا، روتیفرها و سیکلوس مشاهده نشد. بنابراین، در ترکیب غذایی مشاهده شده، دافنی غالب‌ترین گروه و دیپتوموس، سیپریس و لاروهای شیرونومیده به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

«بر اساس نتایج شکل 3، از میان گروه‌های غذایی شناسایی شده در محتویات دستگاه گوارش بچه‌ماهیان بلوگا، دافنی با فراوانی نسبی 77/08 درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داد. پس از آن، دیپتوموس با 10/60 درصد، سیپریس با 7/10 درصد و لاروهای شیرونومیده با 5/20

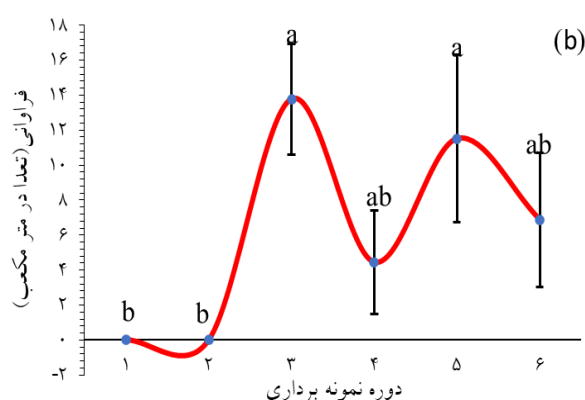
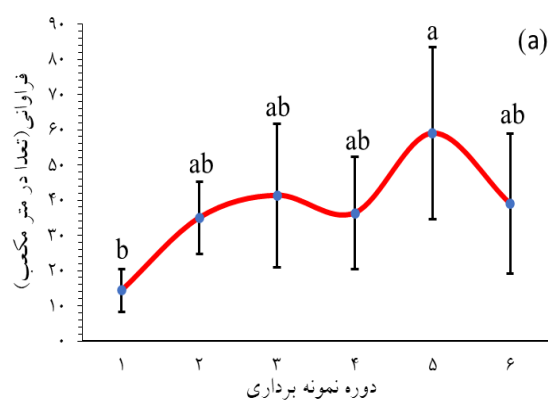


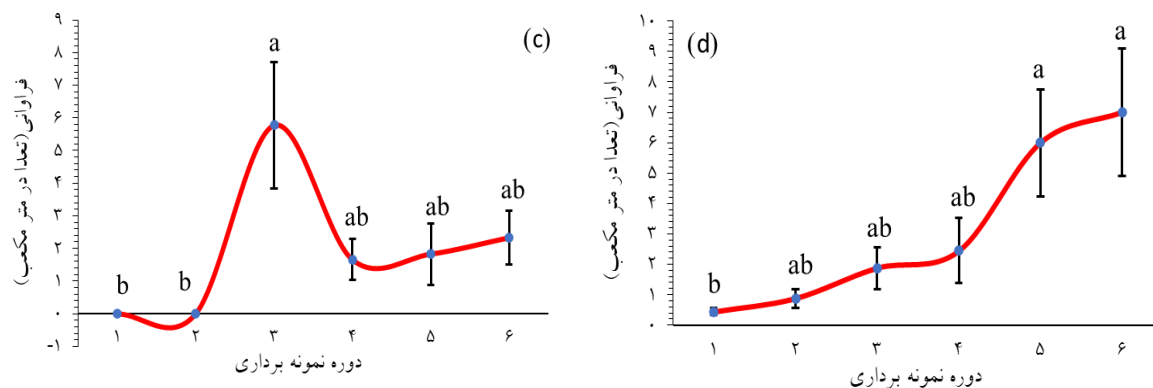
شکل 3: فراوانی نسبی گروه‌های غذایی شناسایی شده در محتویات دستگاه گوارش بچه ماهیان بلوگا

در دوره سوم به بیشترین مقدار خود رسید؛ هر چند که اختلاف معنی داری با دوره‌های بعدی نداشت. فراوانی سیپریس در دوره چهارم به طور غیرمعنی داری نسبت به دوره سوم کاهش یافت و در دوره‌های پنجم و ششم مجدداً روند افزایشی غیر معنی دار نسبت به دوره‌های سوم و چهارم داشت (شکل 4 c). فراوانی لاروهای شیرونومید نیز در طول دوره‌های مختلف نمونه برداری روند افزایشی نشان داد. کمترین فراوانی در دوره اول مشاهده شد که با سایر دوره‌های نمونه برداری تفاوت معنی دار داشت. فراوانی این گروه از دوره دوم تا ششم روند افزایشی غیر معنی دار داشت و در دوره ششم نمونه برداری به بیشترین مقدار خود رسید (شکل 4 d).

مقایسه فراوانی گروه‌های غذایی شناسایی شده در محتویات دستگاه گوارش بچه ماهیان در دوره‌های مختلف نمونه برداری نشان داد که فراوانی دیپتوموس از دوره اول تا پنجم روند کلی افزایشی داشت و در دوره پنجم به بیشترین مقدار رسید؛ این مقدار با دوره اول تفاوت معنی دار داشت، در حالی که دوره‌های دوم، سوم، چهارم و ششم در گروه‌های آماری واسط قرار گرفتند (شکل 4 a). فراوانی دافنی در دوره‌های مختلف نوسان داشت و در دوره‌های سوم و پنجم به بیشترین مقدار رسید. مقادیر این دو دوره به طور معنی داری بیشتر از دوره‌های اول و دوم بود (شکل 4 b).

فراوانی سیپریس در دوره‌های اول و دوم به طور معنی داری کمتر از دوره‌های بعدی نمونه برداری بود. فراوانی این گروه

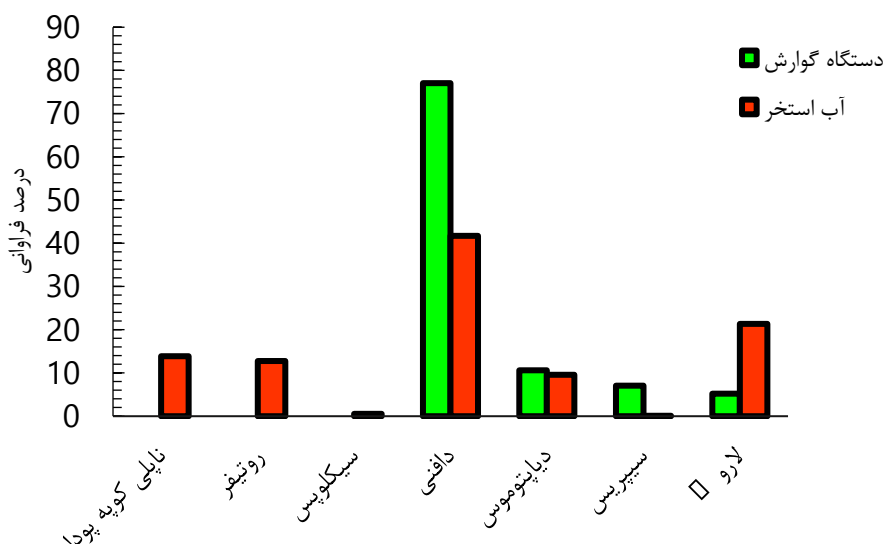




شکل 4: مقایسه فراوانی گروه‌های غذایی موجود در محتویات دستگاه گوارش بچه‌ماهیان بلوگای طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری: (a) دیاپتوموس، (b) دافنی، (c) سیپریس، (d) لارو شیرونومیده

در شکل 5 فراوانی نسبی گروه‌های غذایی شناسایی شده در محیط آب و محتویات دستگاه گوارش بچه‌ماهیان مقایسه شده است. دافنی با فراوانی 41/73 درصد در محیط آب و 77/08 درصد در محتویات دستگاه گوارش، در هر دو محیط بیشترین فراوانی را داشت. دیاپتوموس نیز با فراوانی 9/58 درصد در آب و 60/10 درصد در محتویات دستگاه گوارش، مقادیر نسبتاً مشابهی در دو محیط نشان داد. در مقابل، فراوانی لاروهای شیرونومیده در محیط آب

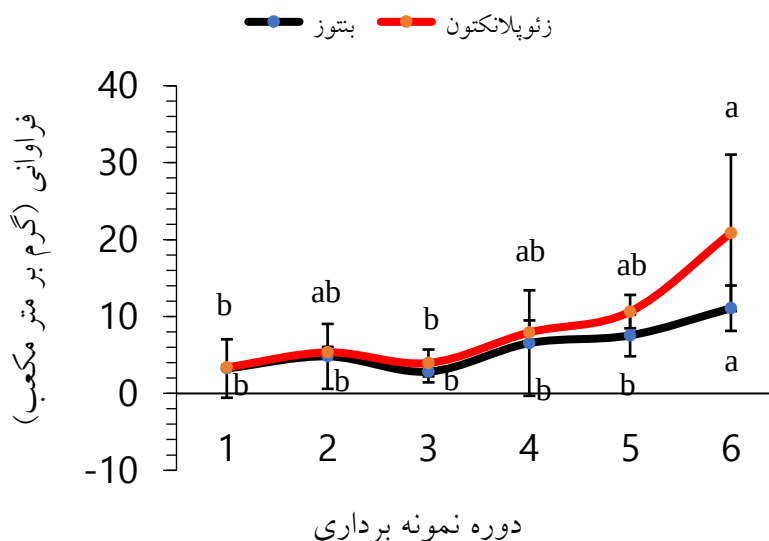
21/37 درصد بود، در حالی که سهم آن‌ها در محتویات دستگاه گوارش 5/20 درصد محاسبه شد. سیپریس نیز با فراوانی 0/09 درصد در آب، در محتویات دستگاه گوارش 10/7 درصد فراوانی داشت. در مورد ناپلی کوپه‌پودا، روتیفرها و سیکلوپس نیز با وجود حضور آن‌ها در محیط آب، در محتویات دستگاه گوارش فراوانی مشاهده نشد. این الگو نشان می‌دهد که سهم گروه‌های مختلف غذایی در محیط و دستگاه گوارش یکسان نبود.



شکل 5: مقایسه فراوانی نسبی گروه‌های غذایی شناسایی‌شده در محیط آب و دستگاه گوارش بچه‌ماهیان

نتایج مقایسه زی‌توده بنتوزها و زئوپلانکتون‌ها در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری روندی افزایشی داشتند. بیشترین زی‌توده بنتوزی در دوره ششم نمونه‌برداری ثبت شد (11/08 گرم بر متر مربع) که نسبت به دوره‌های پیشین به طور معنی‌داری بالاتر بود. در حالی که زی‌توده زئوپلانکتون‌ها در دوره‌های مختلف نوسان داشت. پس از کاهش در دوره

سوم، از دوره چهارم روند افزایشی نشان داد و در دوره ششم به بیشترین مقدار رسید (9/80 گرم بر متر مکعب). بر اساس گروه‌بندی آماری، مقدار زی‌توده زئوپلانکتون‌ها در دوره ششم نسبت به دوره‌های اول و سوم به طور معنی‌داری بیشتر بود، در حالی که بین سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل 6: مقایسه تغییرات زی توده بنتوزها و زئوپلانکتون‌ها در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری

مقادیر شاخص انتخابگری ایولو برای دافنی، سیپریس و لارو شیرونومیده همواره در طول دوره آزمایش مثبت بود. درحالی‌که این مقدار برای ناپلی کوپه‌پودا، روتیفر و سیکلوپس منفی به دست آمد. این نتایج نشان دهنده ارجحیت دافنی، سیپروس و لارو شیرونومیده برای بچه ماهیان در استخرهای خاکی می‌باشد (جدول 3-4).

نتایج محاسبه شاخص انتخابگری ایولو بین گروه‌های شناسایی شده در جدول 2 ارائه شده است. عدد +1 نشان دهنده این است که استخر از این نوع موجود زنده تقریباً خالی بود و بچه ماهیان صرفاً این گونه را صید و از آن تغذیه کردند. در حالی که -1 به معنای عدم تغذیه مطلق بچه ماهیان از طعمه مورد نظر می‌باشد. در پژوهش حاضر

جدول 2: فراوانی نسبی گروه‌های طعمه در استخر و محتویات گوارشی بچه ماهیان بلوگا و شاخص انتخابگری ایولو

توضیحات	شاخص ایولو E	(ri+pi)	(ri-pi)	% تغذیه شده (ri)	% در استخر (pi)	شاخص
E<0	-1	13/89	-13/89	0	13/89	ناپلی کوپه پودا
E<0	-1	12/76	-12/76	0	12/76	روتیفر
E<0	-1	0/53	-0/53	0	0/53	سیکلوپس
E>0	0/97	0/09	7/00	7/10	0/09	دافنی
E<0	-0/59	41/73	-31/12	10/60	41/73	دیپتوموس
E>0	0/77	9/58	67/49	77/08	9/58	سیپریس
E<0	0/60	21/37	-16/17	5/20	21/37	لارو شیرونومیده

دوره‌های اول تا پنجم برای دافنی و در دوره ششم برای لاروهای شیرونومیده ثبت شد. بیشترین شاخص انتخابگری غذا در کل دوره نمونه‌برداری برای لاروهای شیرونومیده (0/96) و در دوره ششم نمونه‌برداری بود.

شاخص انتخابگری ایولو در دوره‌های مختلف نمونه برداری برای دافنی، سیپریس و لاروهای شیرونومیده همواره مثبت بود. همچنین شاخص انتخابگری غذا برای دافنی و سیپریس با گذر زمان کاهشی و برای لاروهای شیرونومیده افزایشی بود. بیشترین شاخص انتخابگری غذا برای

جدول 3: مقایسه شاخص انتخابگری ابولودر دوره‌های مختلف نمونه‌برداری

دوره نمونه‌برداری	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
ناپلی کوه‌پودا	0	-1	-1	0	-1	-1
روتیفر	0	-1	-1	-1	-1	-1
سیکلوپس	0	0	-1	0	0	0
دیپتوموس	0	-0/52	-0/35	-0/19	-0/37	-0/26
دافنی	0	0/84	0/60	0/52	0/57	0/11
سیپریس	0	0/67	0/48	0/33	0/19	0/09
لارو شیرونومیده	0	0/07	0/15	0/31	0/37	0/96

بحث

بنتوز و زئوپلانکتون‌های محیط نقش مهمی در توسعه‌ی اکوسیستم‌های آبیبر عهده دارند. فراوانی کمی و کیفی پلانکتون‌ها و ارتباط آن‌ها با شرایط محیطی پیش نیاز تکثیر و پرورش آبزیاندر نظر گرفته می‌شود. آن‌ها انرژی حاصل از تولیدکنندگان را به ماهی‌ها و دیگر مصرف‌کنندگان زنجیره غذایی منتقل می‌کنند (Dejen et al., 2004). بر اساس مطالعات گذر شته‌بررسی ویژگی‌های لیمنولوژیکی و تغذیه‌ایاکو سیستم‌های آبی به عنوان عوامل مؤثر بر فراوانی و تنوع ترکیب زئوپلانکتونی در آب‌های شیرین طبیعی پیشنهاد شده است (Lepère et al., 2005؛ Lefranc et al., 2006؛ Niu et al., 2011).

در پژوهش حاضر هفت گروه طعمه از جوامع زئوپلانکتونی و بنتوزی در استخرهای پرورشی شناسایی شد که شامل ناپلی کوپه‌پودا، روتیفر، سیکلوس، دافنی، دیپتوموس، سیپریس و لارو شیرونومیده بودند. با توجه به تفاوت در ویژگی‌های ریخت‌شناختی و حدود تفکیک‌پذیری نمونه‌ها، این گروه‌ها در سطوح رده‌بندی متفاوت، شامل شاخه، خانواده، جنس و مرحله رشدی، گزارش شدند. از بین گروه‌های فوق ناپلی کوپه‌پودا، روتیفر و سیکلوس در دستگاه گوارش بچه ماهیان حضور نداشتند. دافنی بیشترین فراوانی را در آب (41/73 درصد) و دستگاه گوارش بچه ماهیان (77/08 درصد) داشت. احتمالاً مشاهده فون غالب در استخرهای پرورشی ناشی از زمان نمونه‌برداری باشد. به خوبیمشخص شده است که دمای پایین رشد یا ظهور پلانکتون‌ها را با محدودیت مواجه می‌کند. با این حال، کاهش تنوع در ماه‌های سرد سال را می‌توان بر اساس این واقعیت توضیح داد که گونه‌های غالب فیتوپلانکتونی با کاهش دما و افزایش بار مواد مغذی در محیط طی بارش‌های فصلی تغییر کردند (Elliott et al., 2006). در استخرهای پرورشی، دافنیبه عنوان یکی از اعضای رده

کلادوسرا و مهم‌ترین غذای زنده‌ایشناخته می‌شود که به‌صورت گسترده جهت پرورش لارو آبزیان (مخصوصاً ماهیان خاویاری) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ebert, 2022؛ Abo-Taleb et al., 2021؛ Wilson et al., 2021؛ Roozbehfar et al., 2013). جنس *Daphny* sp. و تقریباً بیشتر کلادوسراهای کوچک در مقایسه با اکثر زئوپلانکتون‌هاییکه دارای اندازه کوچک هستند نیاز به میزان فسفر بیشتری دارند. این شرایط در آب‌هایغنی از مواد آلی از جمله استخرهای پرورش ماهیان با عملکرددهی به سهولت در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد (Popescu et al., 2012؛ Steiner, 2004). همان‌طور که در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد بیشترین میزان‌توفسفات در دوره سوم نمونه‌برداری و بیشترین میزان انتخاب‌گری غذا نیز برای دافنی در همین دوره بود.

در تأیید نتایج به دست آمده Gillooly و Dodson (2000) بیشترین فراوانی دافنی را هنگامی که میانگین دمای آب 18/5 درجه سانتیگرادبود در دریاچه‌های آب شیرین از فلوریدا تا آلاسکا گزارش دادند. در مطالعه Tulsankar و همکاران (2021) نیز حضور کلادوسراها از جمله دافنی در استخرهای پرورش مارون آب شیرین (*Cherax cainii*) فقط در فصول سرد سال گزارش شد. در مطالعات Kalk (1979) و Dumont (1994) نیز حضور دافنیدر محیط‌های مورد بررسی فقط زمانیگزارش دادند که دمای آب دریاچه‌های مورد مطالعه (دریاچه چیلوا و دریاچه چاد، آفریقا) پایینتر از 20 درجه سانتیگراد بود. بررسی تنوع و فراوانی زئوپلانکتون‌ها در پنج استخر پرورش ماهی در منطقه شمال غربی آمه‌ارا (اتیوپی) 52 گونه شامل 19 گو نه *Rotifera*، 18 گو نه *Copepoda* و 15 گو نه *Cladocera* شناسایی شد (Akoma et al., 2014). در تحقیقی دیگر Ghoghghi و همکاران (2012) با بررسی

تهامی و همکاران (1399) طی پژوهشی یک ساله با بررسی فراوانی و تنوع زیستی جوامع زئوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی در استان مازندران 6 گروه زئوپلانکتونی شامل 1 جنس *Copepoda*، 9 جنس *Rotifera*، 5 جنس *Protozoa*، 1 جنس *Cladocera*، 1 جنس *Mollusca* و 2 جنس *Cirripedia* را گزارش دادند. بیشترین درصد گروه های زئوپلانکتون مربوط به *Protozoa* (44 درصد) بود که مربوط به دو جنس *Ciliata* و *Vorticella* گزارش شد. با این وجود گروه غالب در این مطالعه نیز *Rotifera* (*Brachionus* sp.) بودند که 65 درصد از کل زی توده را به خود اختصاص دادند.

محاسبه شاخص انتخابگری ایولودر پژوهش حاضر نشان داد دافنی و سیپریس جزء غذاهایی ترجیحی بچه فیل ماهیان پرورشی در استخرهای خاکی بودند. بر اساس انتخاب مثبت شاخص ایولو نسبت به دافنی، سیپریس و لاروهای شیرونومیده نشان می دهد که سهم آن ها در محتویات گوارشی، بیش از فراوانی نسبی در محیط استخر بود. این الگو احتمالاً با اندازه، قابلیت مشاهده، سهولت شکار و بلع، ارزش غذایی و دسترس پذیری طعمه ها ارتباط دارد (Pyka and Kolman, 2003). از طرفی، روند زمانی انتخابگری طعمه، کاهش انتخاب دافنی و سیپریس و افزایش انتخاب لاروهای شیرونومیده را نشان داد. این الگو نشان می دهد که بچه ماهیان بلوگا در ابتدای دوره پرورش عمدتاً از طعمه های زئوپلانکتونی استفاده کردند، اما با گذشت زمان، بهره برداری آن ها از طعمه های کفزی افزایش یافت. بنابراین، تغییرات مشاهده شده در شاخص انتخابگری بیانگر گرایش تدریجی بچه ماهیان به مصرف لاروهای شیرونومیده و حرکت به سوی بنتوزخواری است؛ هم زمان، انتخابگری نسبت به دافنی کاهش یافت. در تأیید نتایج به دست آمده Aghaei Moghadam و Aslan Parviz (2003) شاخص انتخابگری غذا را در استخرهای خاکی پرورش بچه ماهیان قره برون برای کلادوسرا (دافنی و شیرونومیده) و استراکودا (سیکلوپس و لیمنوکالانوس) مثبت و برای کوپه پودامنی گزارش دادند امیدوار و همکاران (1398) نیز در تحقیقی مشابه بیشترین شاخص انتخابگری غذا توسط لاروهای قره برون (*A. persicus*) را برای دافنی (0/83) گزارش دادند. لاروهای قره برون نیز با گذشت زمان به سمت بنتوزخواری متمایل شده بودند (امیدوار و همکاران،

بیوماس زئوپلانکتون ها و بنتوزهای استخرهای پرورش بچه ماهیان قره برون (*A. persicus*) در 4 استخر خاکی واقع در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی حضور گونه های مختلفی از جمله دافنی، سیکلوپس و ناپلیوس را در محیط گزارش دادند. از بین رده های شناسایی شده غالبیت با سیکلوپس بود. جنس *Chironomous* نیز به عنوان غالب ترین بنتوز در استخرهای پرورشی گزارش شد که دارای بیوماسی معادل 0/194-0/159 گرم در متر مربع بود. همچنین Kamali و همکاران (2014) نیز با بررسی فراوانی جوامع سخت پوستان زئوپلانکتونی در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی در شرق استان گلستان (گنبد کاووس) طی یک دوره 6 ماهه 7 جنس مختلف شناسایی شد که از بین آن ها بالاترین میزان تراکم متعلق به جنس های *Eucyclops* sp. و *Daphnia* sp. بود.

Aslan Parviz و Aghaei Moghadam (2003) با بررسی در سه استخر از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجایی (ساری) شاهد صید فعال کلادوسرا و لاروهای شیرونومیده توسط بچه ماهیان قره برون (*A. persicus*) بودند؛ در حالی که تغذیه از کوپه پودا از اهمیت کمتری برخوردار بود. بر اساس گزارش این محققین بچه ماهیان تا وزن 400 میلی گرم از دافنی ها و از وزن 800-400 میلی گرم و بیشتر از 800 میلی گرم از بنتوزها تغذیه می کردند. در مطالعه Ebadi Abkenar و همکاران (2020) نیز دافنی (26 درصد) بیشترین درصد فراوانی را بین زئوپلانکتون های شناسایی شده در استخرهای بچه ماهیان خاویاری بعد از ناپلیوس (45 درصد) به خود اختصاص داد. Tulsankar و همکاران (2021) با بررسی تغییرات پلانکتونی در سه استخر پرورش مارون آب شیرین (*Cherax cainii*, Austin and Ryan, 2002) به صورت نیمه متراکم و سنتی و سه استخر جدید طی یک دوره بررسی یکساله پرداختند. نمونه های پلانکتونی هر دو ماه یکبار جمع آوری شد. بر اساس نتایج پژوهش در مجموع هفت جنس زئوپلانکتونی در محیط شناسایی شد و رده *Rotifera* با تشکیل 49/8 درصد از کل جامعه ی زئوپلانکتونی به عنوان گونه غالب در محیط گزارش شد. نتایج این پژوهش نشان داد فراوانی زئوپلانکتون ها تحت تاثیر سن استخرهای پرورشی بود و در استخرهای قدیمی تر تنوع زئوپلانکتونی بیشتر بود (Tulsankar et al., 2021).

انتخاب‌گری غذا توسط لاروها برای کوبه‌پودا در تمامی دوره‌ها 1- بود. این محققین بزرگ بودن طعمه را فاکتوری محدود کننده جهت تغذیه برای دهان لاروهای سیم نقره‌ایاز کوبه‌پودا گزارش دادند (Qin & Hillier, 2000). Majumder و هم‌کاران (2018) نیز گزارش دادند که زئوپلانکتون‌های شناسایی شده در استخرهای پرورشی ماهی روهو (*Labeorohita*) از جمله تک‌یاخته‌ها، روتیفرها و سخت‌پوستان در مقایسه با فراوانی آن‌ها در محتویات دستگاه گوارش بیشتر بودند. Pyka و Kolman (2003) نیز با بررسی ترکیبات غذایی شدت تغذیه تاس ماهیان سیبری یک ساله طی یک چرخه 24 ساعته مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده غذای اصلی این گونه در استخرهای خاکی عمدتاً شامل لاروهای دیپترا از خانواده‌ی Chironomid (عمدتاً *Chironomus plumosus* گاهی اوقات *Ch. Tentans* و *Ceratopogon* sp. بود که در دستگاه گوارش تمامی ماهیان یافت شد. برخی از لاروهای *Paraponyx butterfly* sp. (Lepidoptera) و *Stonefly Perlodes* (Plecoptera) نیز مورد توجه تاس ماهیان بودند. در مطالعه مذکور میانگین دمای روزانه آب 14/2 درجه سانتی‌گراد گزارش شد.

Takarina و A'yun (2018) طی تحقیقی یک ساله به بررسی ترجیح غذایی خامه ماهیان در سه استخر پرورشی آب شور (اندونزی) با استفاده از شاخص‌های انتخاب‌گری غذا پرداخته‌اند. بر اساس نتایج گزارش شده 14 جنس فیتوپلانکتونی از جمله 4 جنس سیانوباکتریایی و 10 جنس با سیلاریوفیسه⁹ شناسایی شد. در پژوهش مذکور غذای ترجیحی خامه ماهیان از بین گونه‌های شناسایی شده *Pleurosigma* sp. و *Oscillatoria* sp. بود؛ در حالی که *Fragillaria* sp. کمتر توسط خامه ماهیان ترجیح داده شد. *Coscinodiscus* و *Cymbella* کمترین نوع فیتوپلانکتون هستند که در این سه حوضچه یافت شدند.

در مطالعه Majumder و هم‌کاران (2018) بررسی عادات غذایی ماهی روهو (*Labeorohita*) نشان داد که این گونه در مراحل جوانی و بلوغ عمدتاً دارای رژیم غذایی گیاهخواری

1398). در تحقیقی مشابه راسته‌های کلادوسرا، کوله‌اوپترا⁵، کوبه‌پودا، دیپترا⁶ و هتروپترا⁷ در دستگاه گوارش تاس ماهیان سیبری (*Acipenser baeri*) مشاهده شد که از بین شاخه‌های مذکور شاخه‌های دیپترا و کلادوسرا غالب بودند. از رده‌ی کلادوسرا گونه‌های دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) و دافنی موئینا (*Daphnia moina*) به عنوان گونه‌های غالب در دستگاه گوارش تاس ماهیان سیبری معرفی شد (Pyka and Kolman, 2003). یوسفیان و همکاران (1381) غذای مصرفی در طول دوره پرورش بچه ماهیان قره‌برون در استخرهای خاکیرا طی نمونه‌برداری‌های مختلف مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین فراوانی در رده‌ی کلادوسرا گزارش شد و مشخص گردید گردید بچه ماهیاناز دافنی به عنوان غذای اصلیا استفاده می‌کردند در مطالعه‌ی Adame و همکاران (2007) ارجحیت غذایی تاس ماهیان سیبری به ترتیب شیرونومیده و سپس دافنی گزارش شد. این محققین زئوپلانکتون‌های غالب در استخرهای پرورشی تاس ماهیان سیبری را نیز لارو سیکلوپوئید و دافنی گزارش دادند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (Adame et al., 2007).

در پژوهش حاضر بررسی شاخص انتخاب‌گری غذا بین طعمه‌های موجود در دستگاه گوارش نشان داد که ناپلی کوبه‌پودا، روتیفر و سیکلوپس عمدتاً به دلیل اندازه کوچک و شرایط پرورش در رژیم غذایی بچه فیل ماهیان جایگاهی نداشتند و از مصرف آن‌ها اجتناب شده بود. در تأیید این نتایج Pyka و Kolman (1999) نیز گزارش دادند که بچه تاس ماهیان سیبری در استخرهای خاکی از مصرف سخت پوستان پلانکتونی کوچک و بوسمینا⁸ با وجود فراوانی در استخرهای پرورشی خودداری کردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. این محققین ارجحیت غذایی ماهیان مورد مطالعه را به ترتیب کلادوسرا، دافنی، لارو شیرونومید، افمروپترا، استراکودا و سیپریس (*Cypris pubera*) گزارش دادند (Pyka and Kolman, 1999). در تحقیق دیگر Qin و Hiller (2000) با مقایسه ارجحیت غذایی روتیفر، ناپلی آرتیمیا و کوبه‌پودا توسط لاروهای ماهی سیم نقره‌ای (*Pagrus auratus*) گزارش دادند شاخص

⁸Bosmina⁹Bacillariophyceae⁵Coleoptera⁶Diptera⁷Heteroptera

محدوده قابل قبول برای پرورش ماهیان خاویاری قرار داشت. محاسبه شاخص‌های انتخابگری غذا نشان داد که بچه ماهیان بلوگا بیشتر تمایل به استفاده از کلاسرهای (دافنی و سیپریس) در رژیم غذایی خود بودند. همچنین با گذشت زمان بچه ماهیان بلوگا از زئوپلانکتون خواری به کفزی خواری و استفاده بیشتر از بنتوزهایمانند شیرونومیده سوق یافتند. بر اساس نتایج به دست آمده ترکیب و فراوانی زئوپلانکتون‌ها و بنتوزها در استخرهای پرورش ماهیان خاویاری تفاوت آماری معنی داری با یکدیگر نداشتند؛ اما در طول زمان این شاخص‌ها متغیر خواهد بود. هیچ عامل واحدی مسئول این تنوع نیست. با این حال، دما، دوره قرار گرفتن در معرض نور خورشید، نفوذ نور خورشید، اسیدیته، باد، شفافیت، تغییرات فصلی، غنی سازی مواد مغذی و شکارچیان ممکن است به تغییر در توزیع پلانکتون‌ها و فراوانی آن‌ها در آب استخرها اثرگذار باشد. از این رو، نیاز به انجام مطالعات بیشتر برای بررسی پویایی گروه‌های پلانکتونی در حوضچه‌های پرورش ماهیان خاویاری به منظور مشخص کردن کامل تغییرات هم در کیفیت آب و هم تنوع زئوپلانکتون و بنتوزهای محیط احساس می‌گردد. این اطلاعات می‌تواند برای تحقیقات آینده به عنوان یک مطالعه پایه جهت توصیف این پویایی‌ها در استخرهای خاکی پرورش ماهیان خاویاری مفید باشد.

است و جلبک‌ها و پوشش‌های گیاهی غوطه‌ور در ستون آب را ترجیح می‌دهند. در حالیکه در مرحله انگشت قدی، زئوپلانکتون‌ها راجحیت غذایی این گونه هستند و از فیتوپلانکتون‌ها به عنوان غذایی فرعی استفاده می‌کنند. در این مرحله ماهیان یک انتخاب مثبت قوی برای تهمامی موجودات زئوپلانکتونی و فیتوپلانکتون‌های کوچک‌تر نشان دادند. در حالی که ماهیان بالغ انتخاب منفی قوی برای همه موجودات زئوپلانکتونی و انتخاب مثبت برای اکثریت فیتوپلانکتون‌ها نشان دادند.

در مطالعه Ahmed و همکاران (2000) نیز گزارش شد که ماهی کاتلا در طول مرحله انگشت قدی دارای ترجیحی قوی برای زئوپلانکتون‌ها و پاسخ تقریباً خنثی نسبت به فیتوپلانکتون‌ها داشتند. بررسی شاخص‌های انتخابگری غذا در ماهی صبور (*Tenualosailisha*) نشان داد که این گونه انتخاب‌های مثبتی برای *Copepoda* و *Cladocera* بین گروه‌های زئوپلانکتونی در مراحل اولیه رشد (طول کمتر از 10 سانتی متر) نشان داد، اما در اندازه‌های 11 تا 50 سانتی متر با وجود اینکه *Copepoda* و *Cladocera* اغلب در روده‌ها یافت می‌شدند انتخاب‌ها منفی گزارش شد (Hasan et al., 2016).

در مجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در استخرهای خاکی مورد مطالعه در

منابع

- Variations in zooplankton diversity and abundance in five research fish ponds in northwest Amhara Region, Ethiopia. *Ife Journal of Science*, 16(1): 81–89.
- Coad B.W. 2019. Freshwater Fishes of Iran. [Cited 14 June 2019]. Available from: www.briancoad.com.
- Djumanto, Pranoto B.E., Diani V.S., Setyobudi E. 2017. Food and growth of introduced milkfish, *Chanoschanos* (Forsskal, 1775), in Sermo Reservoir, Kulon Progo. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1): 83–100.
- Dumont H.J. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. In: Dumont H.J., Green J. (Eds.). *Studies on the Ecology of Tropical Zooplankton*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 27–38.
- Ebadi Abkenar Z., Bahri A., Ramezanpour Z., Mohammadizadeh F., Shenavar Masouleh A.R. 2020. Frequency of zooplanktons in complex ponds of reproduction and reconstruction of Shahid Beheshti Aquatic Resources in Rasht and their relationship with physical and chemical factors of water. *Journal of Aquaculture*
- A'yun Q., Takarina N.D. 2019. Food preference analysis of milkfish in Blanakan ponds, Subang, West Java. *AIP Conference Proceedings*, 2168(1): 020083.
- Abo-Taleb H.A., Ashour M., Elokaby M.A., Mabrouk M.M., El-Feky M.M., Abdelzاهر O.F., Mansour A.T. 2021. Effect of a new feed *Daphnia magna* (Straus, 1820), as a fish meal substitute on growth, feed utilization, histological status, and economic revenue of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). *Sustainability*, 13(13): 7093.
- Aghaei Moghadam A., Aslan Parviz H. 2003. The study on the nutrition of juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) in fish ponds of Shahid Rajaie Center (1999). *Veterinary Research and Biological Products*, 16(3): 77–83. (In Persian).
- Ahmed Z.F., Wahab M.A., Haq M.S., Miah M.A.H. 2000. Evaluation of food selection of Catlacatla (Hamilton) fingerlings by determining electivity index grown in earthen ponds in Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(6): 1066–1068.
- Akoma O.C., Goshu G., Imoobe T.O.T. 2014.

- W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, pp. 123–141.
- Kamali M., Ghelichi A., Mousavi Nadushan R. 2014. Diversity, density and frequency of crustacean zooplankton community in warm-water fish ponds in eastern Golestan Province, Gonbad-e Kavus, Iran. *Journal of Aquatic Animals and Fisheries*, 5(17): 77–92. (In Persian).
- Lechowicz M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia*, 52: 22–30.
- Lefranc M., Thénot A., Lepère C., Debroas D. 2005. Genetic diversity of small eukaryotes in lakes differing by their trophic status. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10): 5935–5942.
- Lepère C., Boucher D., Jardillier L., Domaizon I., Debroas D. 2006. Succession and regulation factors of small eukaryote community composition in a lacustrine ecosystem (Lake Pavin). *Applied and Environmental Microbiology*, 72(4): 2971–2981.
- Lobanov V.P., Pate J., Joyce A. 2024. Sturgeon and paddlefish: Review of research on broodstock and early life stage management. *Aquaculture Reports*, 34: 101944.
- Majumder S., Majumdar N., Ghosh P., Saikia S.K., Saha S.K. 2018. Rohu *Labeorohita* (Hamilton, 1822) changes feeding strategy throughout its ontogeny: An explanation from feeding ecology. *International Journal of Scientific Research*, 5: 4.
- Mohseni M., Pourkazemi M., Hassani S.H., Okorie O.E., Min T.S., Bai S.C. 2012. Effects of different three live foods on growth performance and survival rates in beluga (*Huso huso*) larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(1): 118–131.
- Niu Y., Shen H., Chen J., Xie P., Yang X., Tao M., Qi M. 2011. Phytoplankton community succession shaping bacterioplankton community composition in Lake Taihu, China. *Water Research*, 45(14): 4169–4182. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.05.022>
- Noori F., Takami G.A., Van Speybroeck M., Van Stappen G., Shiri-Harzevili A.-R., Sorgeloos P. 2011. Feeding *Acipenser persicus* and *Huso huso* larvae with *Artemia urmiana* nauplii enriched with highly unsaturated fatty acids and vitamin C: Effect on growth, survival and fatty acid profile. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2): 781–786.
- Nunn A.D., Tewson L.H., Cowx I.G. 2012. The foraging ecology of larval and juvenile fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(2): 377–408.
- Peterson D.L., Vecsei P., Jennings C.A. 2007. Ecology and biology of the lake sturgeon: A synthesis of current knowledge of a threatened North American *Acipenseridae*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17: 59–85.
- Pontin R.M. 1978. A Key to the Freshwater Planktonic and Semiplanktonic Rotifera of the Development, 13(4): 81–91. (In Persian).
- Ebert D. 2022. *Daphnia* as a versatile model system in ecology and evolution. *EvoDevo*, 13(1): 1.
- Efatpanah I., Falahatkar B., Sajjadi M.M., Monsef Shokri M. 2024. The effect of feeding with chironomid and *Artemia* on fatty acid and amino acid profiles in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Aquaculture Nutrition*, 2024: 6975546.
- Elliott J.A., Jones I.D., Thackeray S.J. 2006. Testing the sensitivity of phytoplankton communities to changes in water temperature and nutrient load, in a temperate lake. *Hydrobiologia*, 559(1): 401–411. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1239-3>
- FAO. 2011a. *Sturgeon Hatchery Manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO. 2011b. *Sturgeon Hatchery Practices and Management for Release: Guidelines*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Fazli H., Tavakoli M., Khoshghalb M.R.B., Moghim M. 2020. Biological parameters and fisheries indices of beluga sturgeon in the southern Caspian Sea. *Croatian Journal of Fisheries*, 78(1): 1–10. <https://doi.org/10.2478/cjf-2020-0001>
- Fischer W., Bianchi G. (Eds.). 1984. *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes: Western Indian Ocean (Fishing Area 51)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Froese R., Pauly D. (Eds.). 2020. *FishBase*. Available from: www.fishbase.org.
- Ghojoghi F., Makhdom N.M., Ghelichi A., Alimohammadi A. 2012. Hydrobiological and limnological investigation of Persian sturgeon fry (*Acipenser persicus*) in Shahid Marjani ponds. *New Technologies in Aquaculture Development*, 6(2): 26–32. (In Persian).
- Gillooly J.F., Dodson S.I. 2000. Latitudinal patterns in the size distribution and seasonal dynamics of New World freshwater cladocerans. *Limnology and Oceanography*, 45(1): 22–30. <https://doi.org/10.4319/lo.2000.45.1.0022>
- Hasan K.M.M., Ahmed Z.F., Wahab M.A., Mohammed E.Y. 2016. Food and Feeding Ecology of Hilsa (*Tenualosailisha*) in Bangladesh's Meghna River Basin. IIED Working Paper. International Institute for Environment and Development, London, UK.
- IUCN. 2026. The IUCN Red List of Threatened Species. [Cited 20 September 2026]. Available from: www.iucnredlist.org.
- Ivlev V.S. 1961. *Experimental Ecology of the Feeding of Fishes*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA.
- Kalk M. 1979. Zooplankton in Lake Chilwa: Adaptations to changes. In: Kalk M., McLachlan A., Howard-Williams C. (Eds.). *Lake Chilwa: Studies of Change in a Tropical Ecosystem*. Dr

- with *Artemia urmiana* and *Daphnia* sp. *Global Veterinaria*, 10(2): 116–120.
- Steiner C.F. 2004. *Daphnia* dominance and zooplankton community structure in fishless ponds. *Journal of Plankton Research*, 26(7): 799–810.
- Tulsankar S.S., Cole A.J., Gagnon M.M., Fotadar R. 2021. Temporal variations and pond age effect on plankton communities in semi-intensive freshwater marron (*Cherax cainii* Austin and Ryan, 2002) earthen aquaculture ponds in Western Australia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2): 1392–1400.
- Weber, S., & Traunspurger, W. (2015). The effects of predation by juvenile fish on the meiobenthic community structure in a natural pond. *Freshwater Biology*, 60(11), 2392–2409.
- Wilson S.M., Corsi M.P., Brandt D.H., Stark E.J. 2021. The response of *Daphnia* to nutrient additions and kokanee abundance in Dworshak Reservoir, Idaho. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 78(11): 1677–1688.
- Yousefi, S., Khoshkholgh, M., Pajand, Z., Shokri, M. M., & Noveirian, H. A. (2025). Effects of different co-feeding strategies on growth, body chemical composition, digestive enzymes, and expression of gh and igf-1 genes in Beluga sturgeon (*Huso huso*) larvae. *Aquaculture Reports*, 42, 102812.
- British Isles. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 38. Titus Wilson and Son Ltd., Kendal, UK
- Popescu A., Fetecau M., Cristea V. 2012. Preliminary aspects concerning zooplankton structure in ecosystems of the fish farms. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi, Romania*, 58: 121–125.
- Prescott G.W. 1970. *The Freshwater Algae*. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, USA.
- Pyka J., Kolman R. 1999. Food selection by pond-reared Siberian sturgeon *Acipenser baerii* (Brandt) fry. *Archives of Polish Fisheries*, 7(1): 123–128.
- Pyka J., Kolman R. 2003. Feeding intensity and growth of Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt in pond cultivation. *Archives of Polish Fisheries*, 11(2): 287–294.
- Qin J.G., Hillier T. 2000. Live food and feeding ecology of larval snapper (*Pagrus auratus*). In: *Hatchery Feeds: Proceedings of a Workshop Held in Cairns, Australia, 15–16 May 2000*. Fisheries Research and Development Corporation, Cairns, Australia, pp. 63–68.
- Roosbehfar R., Jamali H., Jafari M., Hematian R. 2013. A comparative study on the growth rate of Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, larvae fed



Diet Composition and Prey Selectivity of Juvenile Beluga Sturgeon (*Huso huso*) in Earthen Ponds

Hashem Noferesti¹, Hojatollah Jafaryan^{*2}, Rahman Patimar², Hossein Adineh³, Mohammad Farhangi³

- 1- PhD student Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.
2- Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.

Type: Original Research Paper	Abstract The present study was conducted to investigate the diet composition and prey selectivity of juvenile beluga sturgeon (<i>Huso huso</i>). For this purpose, the composition and abundance of zooplanktonic and benthic communities were examined in four earthen ponds over a 45-day rearing period and during six sampling occasions. Each pond had an area of 2 ha, a depth of 2 m, and a rectangular shape. In total, 250 juvenile fish were sampled weekly. Their gastrointestinal contents, together with the zooplankton and benthic organisms present in the ponds, were examined using standard methods. Seven prey groups from the zooplanktonic and benthic communities were identified, including <i>Daphnia</i> , <i>Diaptomus</i> , <i>Cypris</i> , rotifers, copepod nauplii, <i>Cyclops</i> , and chironomid larvae. <i>Daphnia</i> had the highest abundance, accounting for 41.73% of the available prey community and 77.08% of the gastrointestinal contents. Based on Ivlev's electivity index, <i>Daphnia</i> (0.97), <i>Cypris</i> (0.77), and chironomid larvae (0.60) were positively selected; in contrast, copepod nauplii (−1.00), rotifers (−1.00), <i>Cyclops</i> (−1.00), and <i>Diaptomus</i> (−0.59) showed negative selection. Examination of the temporal trend in the electivity index showed that the selection of <i>Daphnia</i> and <i>Cypris</i> decreased during the sampling period, whereas an increase was observed in the selection of chironomid larvae. Overall, the results showed that diet composition and the pattern of prey selection in juvenile beluga sturgeon changed over the rearing period and that, over time, the consumption of zooplanktonic prey decreased, whereas the utilization of benthic prey, particularly chironomid larvae, increased.
Paper History: Received: 11-09-2026 Accepted: 27-09-2026	
Corresponding author: Hojatollah Jafaryan Professor, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran. Email: hojat.jafaryan@gmail.com	

Keywords: Biodiversity, Chironomidae, zooplankton, food electivity, Beluga