

بررسی فراوانی و شناسایی پاروپایان در سه منطقه تالاب انزلی، مصب و دریای خزر و تعیین ارتباط آن‌ها با برخی فاکتورهای محیطی

چکیده

در تالاب انزلی به دلیل اینکه گونه‌های زیادی از ماهیان دریای خزر جهت تکثیر به این محل مهاجرت می‌کنند و لاروها نیز مراحل اولیه رشد خود را در آن می‌گذرانند، بنابراین موجودات زئوپلانکتون از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. از این‌رو هدف از انجام این تحقیق بررسی پاروپایان (یک گروه عمده زئوپلانکتون) در تالاب انزلی، منطقه مصبی و درختی خزر، به‌منظور شناسایی جنس‌ها و تعیین فراوانی به همراه تعیین ارتباط آن با برخی فاکتورهای محیطی بوده است. عملیات نمونه‌برداری از اسفند ۱۳۸۹ تا شهریور ۱۳۹۰ در ۵ ایستگاه درختی خزر، مصب و سه ایستگاه درون تالاب که شامل ایستگاه‌های نهنگ روگا، سرخانکل و ورودی تالاب غرب (ورودی آبکنار) (به‌منظور مقایسه تراکم زئوپلانکتون در سه منطقه درختی مصب و تالاب با شوری آب متفاوت) بود، انجام شد. نمونه‌ها توسط تور پلانکتون‌گیری ۳۰ میکرون فیلتر شد. شناسایی و شمارش نمونه‌ها با استفاده از لام بوگارف و میکروسکوپ اخورت صورت پذیرفت. در این تحقیق تعداد ۷ جنس از رده پاروپایان شناسایی گردید. جنس‌های غالب مشاهده‌شده در این تحقیق شامل: *Acartia* sp.، *Thermocyclops* sp. و *Cyclops* sp. بوده است. رابطه تراکم پاروپایان با عوامل محیطی مانند اکسیژن، دما و pH مستقیم و با هدایت الکتریکی (شوری) و شفافیت معکوس گزارش شد. بیشترین تراکم پاروپایان در مکن ایستگاه‌های موردبررسی در ایستگاه ورودی تالاب غرب (ورودی آبکنار) به میزان ۱۰۷/۴۷ عدد در لیتر مشاهده شد و از مکن سه منطقه درختی مصب و تالاب، بیشترین تراکم در منطقه تالاب به میزان ۵۹/۲۶ عدد در لیتر بوده است. بیشترین تراکم پاروپایان در ماه‌های موردبررسی در مردادماه با تراکم ۶۸/۸ عدد در لیتر مشاهده شد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که تراکم پاروپایان در ایستگاه‌های درختی خزر و ورودی تالاب غرب (ورودی آبکنار) هرکدام با سای ایستگاه‌های نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار آماری بوده‌اند.

واژگان کلیدی: درختی خزر، تالاب، مصب، زئوپلانکتون، پاروپایان.

مقدمه

تالاب انزلی در شمال ایران و در جنوب شرقی دریای خزر قرار دارد. این تالاب در سال ۱۹۷۵ در کنوانسیون رامسر به ثبت رسید و بر طبق آن تالاب انزلی یکی از تالاب‌های مهم اکولوژیکی در بین تالاب‌های محافظت‌شده بین‌المللی در ایران است (Kazanchi et al., 2004).

بسیاری از ماهیان دریای خزر مانند ماهی سفید، ماهی سوف، ماهی کپور و ماهی سیم، که جهت تخم‌ریزی به کرانه‌های جنوبی آن (در حدفاصل آستارا تا بندر آشوراده) مهاجرت نموده‌اند، عمدتاً این مکان را برای زادوولد خود انتخاب می‌کنند (رضوی صیاد، ۱۳۷۸).

مریم فلاحی^۱

مریم شاپوری^۲

لایلا لباسچی^{۳*}

۱. پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، انزلی،

گیلان، ایران

۲. گروه منابع طبیعی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد

اسلامی، سوادکوه، ایران

۳. واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،

تهران، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات

leb_leila2002@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۵

کد مقاله: ۱۳۹۳۰۳۰۱۰۸

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه

کارشناسی ارشد است.



فراوانی و حجم زیستی زئوپلانکتون تا حد بسیار زیادی توسط منابع غذایی که به‌طور معمول با وضعیت تروفي دریاچه در ارتباط است، رابطه داشته و با پیشرفت آن افزایش می‌یابند. بنابراین مطالعه جوامع زئوپلانکتونی در محیط‌های آب شیرین می‌تواند در بخش‌های آبی این اکوسیستم‌ها مفید و سودمند باشد (Goldman and Horne, 1984).

جوامع زئوپلانکتونی نسبت به تغییرات محیطی بسیار حساس هستند و این پدیده با تغییر در فراوانی، تنوع گونه‌ای و یا ترکیب جامعه آن‌ها رخ می‌دهد. به‌طور کلی جوامع زئوپلانکتونی اغلب واکنش سریعی به تغییرات محیطی نشان می‌دهند زیرا اغلب گونه‌ها دارای زمان‌های تولیدی کوتاهی (چند روز تا یک هفته) هستند (Paterson, 2003).

مطالعات بر روی موجودات پلانکتون در تالاب انزلی از سال ۱۳۵۰ توسط مشاورین طرح احیای تالاب انزلی (کیمبال‌ها) آغاز گردید که مطالعات ایشان بیشتر بر روی فیتوپلانکتون صورت گرفته است. آن‌ها اعلام داشتند که تغییرات تراکم زئوپلانکتون موازی تغییرات فیتوپلانکتون و با تأخیری زمانی اندک همراه است. دو محقق روسی به نام‌های ولادیمیر سکایا و کوروشورا (۱۳۵۷) مطالعاتی تحت عنوان گزارش تحقیق و مطالعه موجودات پلانکتون در تالاب انزلی، رودخانه‌ها و قسمت جنوبی دریای خزر انجام دادند که بررسی‌ها تنها مختص به ماه تیر و مرداد بوده است. آنان بیان نمودند که خانواده Cyclopoidae از زیر راسته Copepoida بیشترین تراکم را در تالاب غرب دارا می‌باشد. مهندسین مشاور یکم (۱۳۶۷) اقدام به یکسری نمونه‌برداری از مناطق مختلف تالاب انزلی نمودند که این نمونه‌ها شمارش نشده و فقط پاره‌ای از شاخه‌ها، راسته‌ها و جنس‌ها شناسایی شده است. مباحث آب‌شناسی، بیولوژی و اکولوژی تالاب انزلی با همکاری مشترک ایران و فائو (۱۳۶۹) مورد بررسی قرار گرفت که از مهم‌ترین نتایج به‌دست‌آمده این مطالعات می‌توان به: اهمیت تالاب غرب (آبکنار) از نقطه نظر صید و صیادی، میزان اکسیژن محلول در تالاب غرب با نوسانات شدید (از حدود ۴/۲ تا ۱۱ میلی‌لیتر در لیتر) که برای اغلب گونه‌های ماهیان زیست‌کننده در آن منطقه بسیار مناسب است، اشاره کرد. تراکم فیتوپلانکتون به میزان قابل توجهی اندک بوده است. این حالت می‌تواند بر روی جمعیت زئوپلانکتون به‌خصوص Copepoda, Cladocera و Rotifera که از جنبه تغذیه‌ای بچه ماهیان اهمیت دارند، تأثیری گذاشته است. پراکنش و بیوماس زئوپلانکتون تالاب انزلی توسط فلاحی (۱۳۷۳) مورد مطالعه قرار گرفت که در این بررسی شناسایی زئوپلانکتون تا حد جنس و گونه بوده و استفاده از تور ۳۰ میکرون علاوه بر تور ۵۰ و ۱۰۰ میکرون صورت گرفته است. پروژه‌ای تحت عنوان هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی توسط فلاحی و خداپرست (۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵) انجام شد که در این مطالعه مشخص شد که تراکم زئوپلانکتون از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵ روند افزایشی داشته و به‌طور کلی در تالاب انزلی میزان زئوپلانکتون در اواسط تابستان و اواخر مهر و آبان حداکثر مقدار خود بوده است. بررسی پراکنش و تغییرات فصلی زئوپلانکتون در تالاب انزلی و مقایسه نتایج آن با ۵ سال گذشته توسط شعبانزاد (۱۳۷۶) انجام گرفت که در این بررسی دو قله تراکم فصلی زئوپلانکتون در بهار و پاییز مشاهده شد و شاخه‌های غالب زئوپلانکتونی به ترتیب Protozoa, Rotatoria و Arthropoda بودند. همچنین بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر اساس مطالعات ۱۰ ساله توسط میرزاجانی (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰) صورت پذیرفت.

از آنجاکه تالاب انزلی از جمله زیستگاه‌های مهم ماهیان مهاجر می‌باشد و تخم و لارو بسیاری از ماهیان مهاجر دوران انکوباسیون و رشد خود را در این اکوسیستم می‌گذرانند، اکثر زئوپلانکتون‌ها به لحاظ اندازه کوچکشان غذای بسیار مناسبی برای بچه ماه‌کلی (سوف، بیگ‌هد و...) می‌باشند. در صورتی‌که بچه ماه‌کلی در دوران لاروی خود مقدار زیادی زئوپلانکتون در اختیار داشته باشند و به‌خصوص از آن‌ها تغذیه نمایند، به طرز مناسبی رشد می‌کنند. همچنین ممکن است در ساختمان زئوپلانکتون‌ها عناصر کمیاب (trace element) وجود داشته باشد که بچه ماهیان به این عناصر نیاز ضروری دارند. علاوه بر آن بسیاری از گروه‌های زئوپلانکتوری در شرایط ویژه می‌توانند به‌عنوان شاخص‌هایی که کیفیت آب را مشخص می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرند. از این‌رو شناسایی و تعیین فراوانی زئوپلانکتون در تالاب انزلی و مقایسه آن با منطقه مصبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا با توجه به تغییرات جدی از نظر ورود آلاینده‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی، افزایش رسوبات تالاب انزلی و افزایش دما طی سال‌های اخیر، جا دارد که وضعیت کنونی گروه‌های زئوپلانکتوری علی‌الخصوص کوبه‌پودا که یکی از گروه‌های عمده زئوپلانکتوری در تالاب انزلی طی سال‌های قبل بوده است مورد مطالعه قرار گیرد. در مجموع هدف از انجام این تحقیق: شناسایی گروه پلانکتونی Copepoda در حد جنس در تالاب انزلی، بررسی پراکنش کوبه‌پودا در ۵ ایستگاه (سه

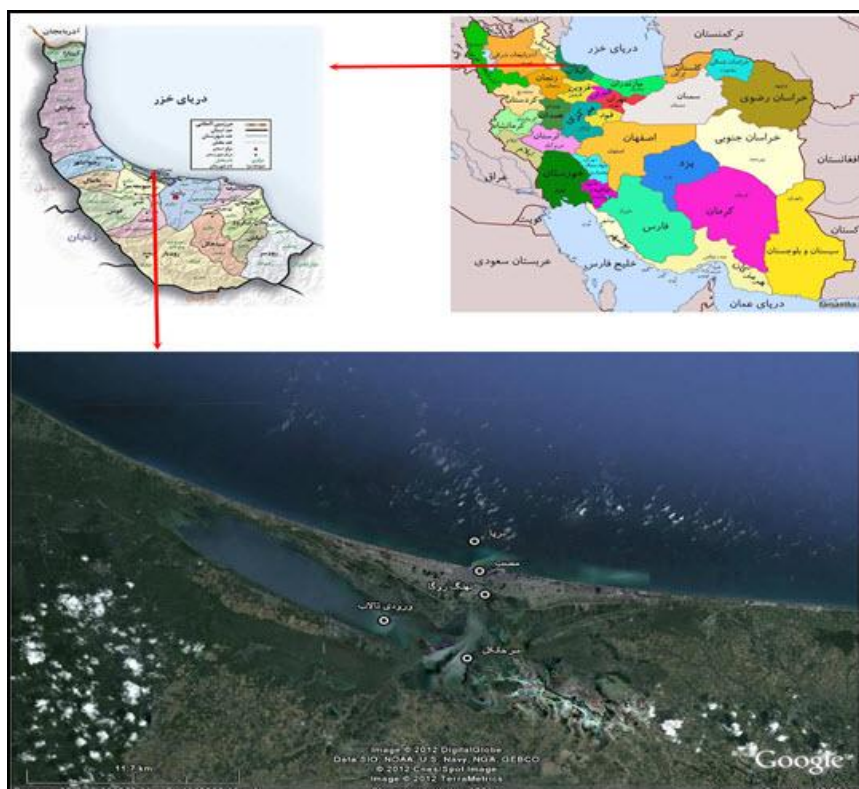
ایستگاه در تالاب، یک ایستگاه مصب و یک ایستگاه دریا، تعیین برخی فاکتورهای محیطی مانند دما، اکسیژن، شوری و pH و ارتباط آن‌ها با تراکم گروه زئوپلانکتونی کوبه پودا و مقایسه آماری ایستگاه‌ها از نظر تراکم این موجودات بوده است. درواقع مواردی از قبیل این که آلی میزان تراکم کوبه پودا در ایستگاه‌های مختلف تالاب و مصب و دریا دارای تفاوت معنی‌دار است؟ و یا اینکه آلی فاکتورهای محیطی در پراکنش کوبه پودا مؤثرند؟ آلی فراواری کوبه پودا در فصل‌های گرم و سرد سال اختلاف معنی‌دار دارد؟ و درنهایت اینکه آلی میزان فراوانی گونه‌ای کوبه پودا در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات گذشته تعیین کرده است یا نه، سؤال‌هایی برای شروع این تحقیق بوده است. با فرض بر این که فراواری گونه‌ای و تراکم کوبه پودا در فصول مختلف در ایستگاه‌های مختلف و تحت تأثیر فاکتورهای محیطی مختلف، اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد و اینکه برخی از فاکتورهای محیطی در تراکم کوبه پودا مؤثرند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری تراکم و شناسایی پاروپایان تالاب انزلی، منطقه مصبی و دریای خزر در ۵ ایستگاه صورت پذیرفت. ایستگاه‌های نمونه‌برداری شامل: دریای خزر، مصب، نهنگ روگا، ورودی تالاب غرب و سرخانکل است که موقعیت جغرافیایی آن‌ها در جدول ۱ و شکل ۱ آمده است.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

ایستگاه‌ها	طول جغرافیایی (E)	عرض جغرافیایی (N)
دریای خزر	۳۱° و ۲۷°	۳۷° و ۲۹°
مصب	۴۳° و ۲۷°	۳۷° و ۲۸°
نهنگ روگا	۵۵° و ۲۷°	۳۷° و ۲۷°
ورودی تالاب غرب	۴۴° و ۲۴°	۳۷° و ۲۶°
سرخانکل	۴۹° و ۲۷°	۳۷° و ۲۵°



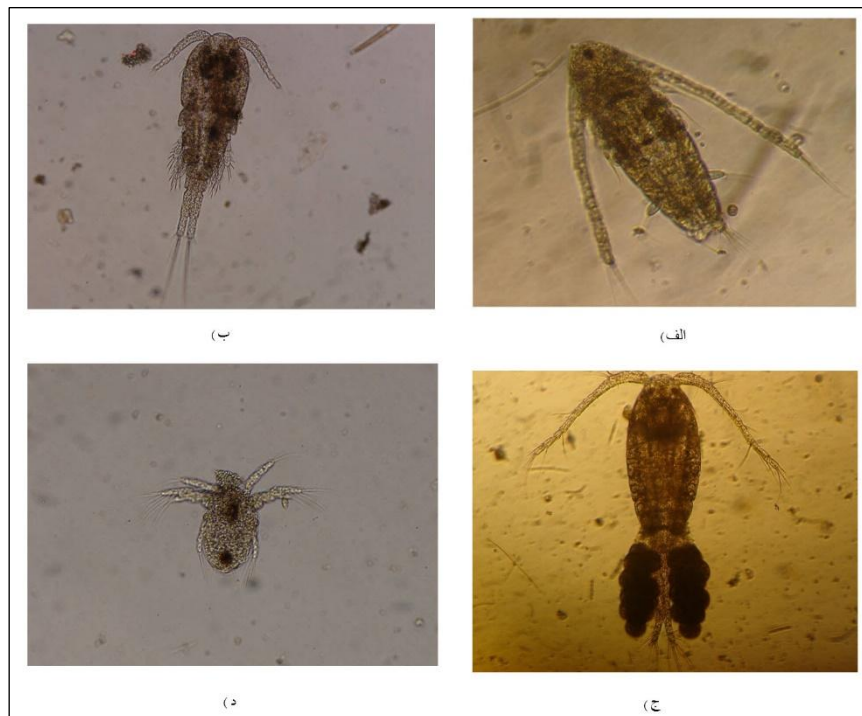
شکل ۱: نقشه هوایی تالاب انزلی و موقعیت ایستگاه‌ها.

جهت نمونه‌برداری از پاروپایان، لوله پلیکا (طول حدود ۲/۵ متر) در هر ایستگاه به‌طور عمودی داخل آب قرار گرفته و انتهای آن توسط کف دست مسدود گردید و در نهایت محتویات درون لوله را به داخل یک سطل مدرج ۱۰ لیتری تخلیه شد. سپس محتویات داخل سطل را از تور پلانکتون گیری ۳۰ میکرون عبور داده شد و پس از آن عصاره جمع شده داخل کلکتور را به درون ظرف های نگه‌داری نمونه منتقل کرده و فرمالین به نسبت ۴ درصد جهت فیکس کردن به نمونه‌ها اضافه گردید. با در نظر گرفتن ۵ ایستگاه نمونه‌برداری و ۳ تکرار در هر ایستگاه، در مجموع ۱۵ ظرف نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل گردید. برای شناسایی نمونه‌ها ۵ سانتی‌متر مکعب از نمونه را درون لام بوگاروف ریخته و شناسایی و شمارش آن‌ها با میکروسکوپ اینورت انجام شد و سپس کار شنا سایی زئوپلانکتون صورت پذیرفت. کلیه روش‌های نمونه‌برداری و بررسی تراکم بر اساس روش Omori and Ikeda, 1984; Borgen et al., 1989; Blanchot et al., 1989 و شناسایی پلانکتونی نیز بر اساس منابع Tiffany and Williams, 1966; Edmonson, 1959 و Sorina, 1978 انجام شد. در صورت گرفت پارامترهای درجه حرارت آب‌وهوا توسط دماسنج جیوه‌ای، غلظت اکسیژن محلول در آب توسط دستگاه اکسیژن سنج، هدایت الکتریکی توسط دستگاه شوری سنج، pH آب توسط دستگاه pH متر مدل Ocean Seven 316 Probe و شفافیت آب به وسیله ابزار دیسک سچی اندازه‌گیری شد.

داده‌ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن با آزمون (Shapiro-wilk) بررسی شدند. به دلیل نرمال نبودن توزیع داده‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون ناپارامتریک کروسکال - والیس (Kruskal-Wallis) ابتدا اختلاف بین گروه‌ها به صورت کلی مشخص و سپس با آزمون من - ویتنی گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند. برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم افزار SPSS13 استفاده گردید. در ضمن پس از بررسی مدل‌های مختلف تغییر متغیر، برای نرمال نمودن توزیع داده‌ها تنها با استفاده از مدل $Y = \log(X+1)$ داده‌های مربوط به تراکم زئوپلانکتون در ماه‌های مختلف تبدیل به نرمال شدند. در حالت نرمال، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین گروه‌ها و سپس توسط آزمون توکی (Tukey) گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند.

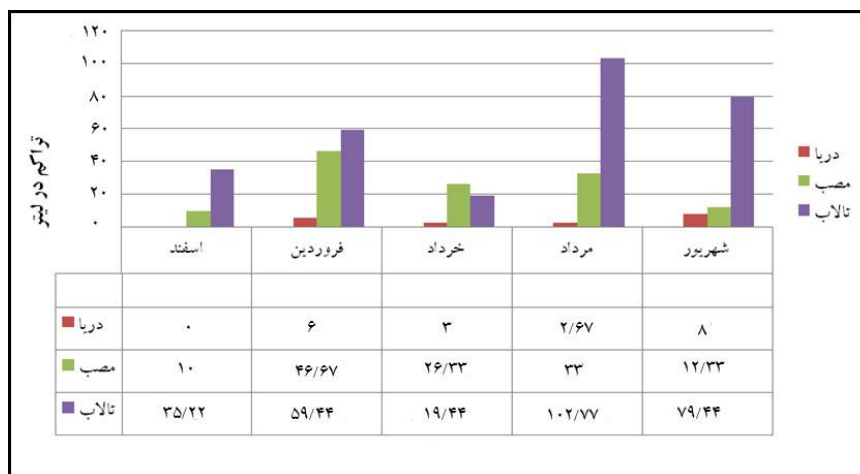
نتایج

بر طبق نتایج به دست آمده از نمونه برداری های صورت گرفته شده، در مجموع ۷ جنس از شاخه پاروپایان شناسایی گردید که در منطقه تالاب ۶ جنس، مصب ۵ جنس و دریا ۲ جنس از پاروپایان مشاهده شد. تصاویر برخی از جنس های غالب مشاهده شده در زیر نشان داده شده است (شکل ۲).



شکل ۲: جنس های مشاهده شده با بیشترین فراوانی در تالاب انزلی، الف) *Acartia* از زیر رده کالانویدا ب) *Cyclops* از زیر رده سیکلوپویدا ج) *Thermocyclops* از زیر رده سیکلوپویدا د) ناپلئوس (نوزاد کوپه پودا) از زیر رده سیکلوپویدا.

نتایج بررسی تراکم پاروپایان در سه منطقه دارای آب شور و لب شور و شیرین، ایستگاه دریا و ایستگاه مصب و سه ایستگاه مربوط به تالاب انزلی (ایستگاه نهنگ روگا، ایستگاه سرخانکل و ایستگاه ورودی تالاب غرب) که در مجموع به نام تالاب نام گذاری شدند، نشان داد که بیشترین تراکم موجودات در طی تحقیقات صورت گرفته در آب شیرین (منطقه تالاب) با میانگین تراکم ۵۹/۲۶ مشاهده شده است (شکل ۳).



شکل ۳: تراکم پاروپایان در ماه‌های (اسفند، فروردین، خرداد، مرداد و شهریور) در سه منطقه دریا، مصب و تالاب (برحسب لیتر).

بخشی از جنس‌های پاروپایان به‌طور اختصاصی مربوط به منطقه تالابی (آب شیرین) بوده‌اند که از این میان می‌توان به جنس‌هایی مانند: *Acanthocyclops sp.* و *Thermocyclops sp.* اشاره کرد. جنس‌هایی که مختص به منطقه تالاب و مصب بوده است شامل: *Cyclops sp.* و *Mesocyclops sp.* و تنها جنسی که فقط در منطقه مصبی و دریا مشاهده شده است و می‌توان آن را جنس مختص به آب شور دانست *Acartia sp.* بوده است (جدول ۲).

جدول ۲: رده‌بندی و حضور گروه‌های پاروپایان در سه منطقه دریا، مصب و تالاب در تالاب انزلی

(علامت + نشان‌دهنده حضور و علامت - نشان‌دهنده عدم حضور زئوپلانکتون است).

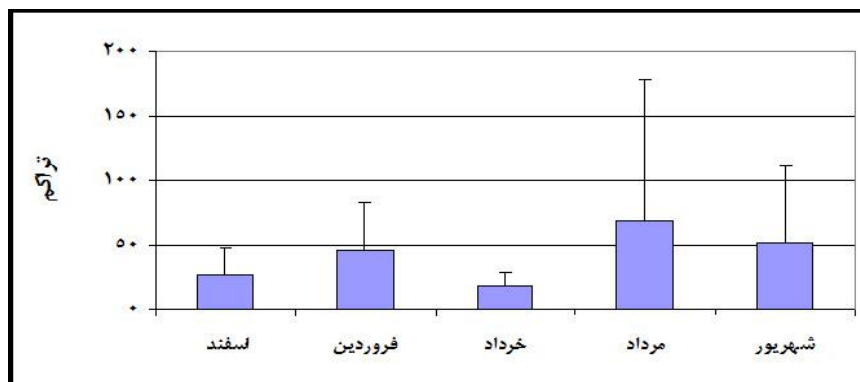
مناطق نمونه‌برداری	جنس	خانواده	زیر راسته	راسته	زیررده	رده	شاخه		
تالاب	مصّب	دریا							
+	+	-	Mesocyclops	Cyclopoidae	Cyclopoida	Crustacea	Arthropods		
+	-	-	Acanthocyclops	Calanoidae	Calanoida				
+	+	-	Cyclops						
+	-	-	Thermocyclops						
+	+	-	unknown	Cyclopoidae / Calanoidae	Cyclopoida / Calanoida				
-	+	+	Acartia						
+	+	+	Naplius						

در بین ماه‌های موردبررسی، بیشترین تراکم پاروپایان در مردادماه و کمترین تراکم در ماه خرداد گزارش شد (جدول ۳).

جدول ۳: میانگین تغییرات تراکم پاروپایان در ماه‌های مختلف (تعداد در لیتر).

تیمار	Mean±S.D	حداقل	حداکثر
اسفند	۲۶/۶۹ ± ۲۰/۵۱ a	۰	۶۹
فروردین	۴۶/۲ ± ۳۷/۱۳ a	۴	۱۲۹
خرداد	۱۷/۵۳ ± ۱۱/۰۱ a	۲	۳۳
مرداد	۶۸/۸ ± ۱۰۸/۷۱ a	۱	۳۱۴
شهریور	۵۱/۷۳ ± ۵۹/۰۲ a	۵	۲۰۰

با توجه به آزمون کرویسکال - والیس انجام گرفته بین ماه‌های مورد بررسی از نظر تراکم پاروپایان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($P > 0.05$) (شکل ۴).



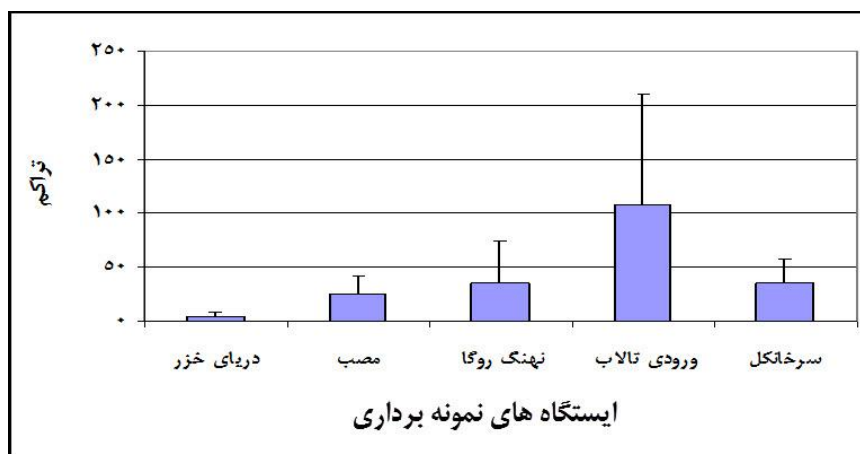
شکل ۴: تغییرات تراکم پاروپایان در ماه‌های نمونه‌برداری (تعداد در لیتر) در تالاب انزلی.

با استفاده از متغیر $Y = \log(X+1)$ توزیع داده‌ها نرمال گردید و نتایج بررسی تراکم پاروپایان در ماه‌های نمونه‌برداری با استفاده از داده‌های نرمال شده مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که داده‌ها پس از نرمال شدن و انجام آزمون آنالیز واریانس یک طرفه بر روی آن‌ها، نتایجی مشابه با داده‌های غیر نرمال را نشان دادند. بدین معنی که پس از انجام آزمون آنالیز واریانس یک طرفه نیز نتیجه گرفته شد که بین ماه‌های مورد بررسی از نظر تراکم پاروپایان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نمی‌گردد ($P > 0.05$). در بررسی انجام شده در رابطه با تراکم پاروپایان در ایستگاه‌های مختلف، بیش‌ترین میزان تراکم در ایستگاه ورودی تالاب و کم‌ترین میزان در ایستگاه دریای خزر مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴: میانگین تغییرات تراکم پاروپایان در ایستگاه‌های مختلف (تعداد در لیتر).

ایستگاه	Mean±S.D	حداقل	حداکثر
دریای خزر	۴/۵۴ ± ۳/۱۵ a	۰	۱۱
مصب	۲۵/۶۷ ± ۱۵/۶۸ b	۶	۵۴
نهنگ روگا	۳۴/۹۳ ± ۳۸/۵۴ b	۸	۱۲۹
ورودی تالاب	۱۰۷/۴۷ ± ۱۰۲/۰۵ c	۱۸	۳۱۴
سرخانکل	۳۵/۴ ± ۲۱/۷۸ b	۸	۷۵

با توجه به آزمون کروسکال - والیس انجام گرفته، بین ایستگاه‌های مورد بررسی از نظر تراکم پاروپایان اختلاف معنی دار آماری مشاهده می‌گردد. آزمون من - ویتنی نشان می‌دهد که بین ایستگاه‌های (دریای خزر و مصب) (دریای خزر و نهنگ روگا) (دریای خزر و سرخانکل) (دریای خزر و ورودی تالاب) (مصب و ورودی تالاب) (نهنگ روگا و ورودی تالاب) (ورودی تالاب و سرخانکل) به صورت جفتی از نظر تراکم پاروپایان اختلاف معنی دار آماری مشاهده می‌گردد (شکل ۵).



شکل ۵: تغییرات تراکم پاروپایان در ایستگاه‌های نمونه برداری (تعداد در لیتر) در تالاب انزلی.

ضریب همبستگی پاروپایان با فاکتورهای از قبیل شفافیت، اکسیژن محلول در آب، هدایت الکتریکی ، pH، دمای آب و دمای هوا در ماه‌های فروردین، خرداد، مرداد و شهریور ماه محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۵ ذکر شده است.

جدول ۵: معادله خط رگرسیون و ضریب همبستگی بین تراکم پاروپایان و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در ماه‌های مختلف.

فاکتور	فروردین	خرداد	مرداد	شهریور
شفافیت	$Y=66/56-0/206X$ $r=-0/615$	$Y=23/823-0/055X$ $r=-0/659$	$Y=175/9-1/91X$ $r=-0/327$	$Y=73/08-0/192X$ $r=-0/422$
pH	$Y=1018/68-116/24X$ $r=-0/497$	$Y=-170/45+23/01X$ $r=0/359$	$Y=-1832/9+221.3X$ $r=0/919$	$Y=-588/92+78/86X$ $r=0/822$
اکسیژن محلول (DO)	$Y=395/05-41/73X$ $r=-0/808$	$Y=10/361+0/781X$ $r=0/114$	$Y=3/696+10/99X$ $r=0/326$	$Y=-144/35+17/79X$ $r=0/613$
هدایت الکتریکی (EC)	$Y=62/33-2/93X$ $r=-0/577$	$Y=26/21-1/236X$ $r=-0/727$	$Y=269/41-23/91X$ $r=-0.861$	$Y=66/78-3/63X$ $r=-0/428$
دمای هوا	$Y=151/02-5/76X$ $r=-0/251$	$Y=-126/92+5/39X$ $r=0/534$	دما ثابت بود ۲۷	$Y=-2084/2+91/28X$ $r=0/818$
دمای آب	$Y=-14/288+3/48X$ $r=0/154$	$Y=-121/53+5/39X$ $r=0/534$	$Y=-2060/3+69.78X$ $r=0/274$	$Y=-2336/89+97/1X$ $r=0/665$

ضریب همبستگی پاروپایان با فاکتورهای از قبیل شفافیت، اکسیژن محلول در آب، هدایت الکتریکی، pH، دمای آب و دمای هوا در ایستگاه‌های دریای خزر، مصب، نهنگ روگا، ورودی تالاب غرب و سرخانکل محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۶ ذکر شده است.

جدول ۶: معادله خط رگرسیون و ضریب همبستگی بین تراکم پاروپایان و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در ایستگاه‌های مختلف.

فاکتور	دریای خزر	مصب	نهنگ روگا	ورودی تالاب	سرخانکل
شفافیت	$Y=9-0/01X$ $r=-0/11$	$Y=74/19-0/61X$ $r=-0/41$	$Y=261/41-5/09X$ $r=-0/53$	$Y=511/8-7/33X$ $r=-0/92$	$Y=-4/34+1/56X$ $r=0/60$
PH	$Y=-230+40/4X$ $r=0/73$	$Y=-235+23/01X$ $r=0/81$	$Y=-1/21+47/5X$ $r=0/34$	$Y=-993+239/8X$ $r=0/98$	$Y=244/08-25/46X$ $r=-0/4$
اکسیژن محلول (DO)	$Y=-9/41+1/57X$ $r=0/77$	$Y=54/49-3/24X$ $r=-0/42$	$Y=-1/6+5/57X$ $r=0/20$	$Y=-172/72-30/2X$ $r=0/51$	$Y=-30/58+5/16X$ $r=-0/51$
هدایت الکتریکی (EC)	$Y=11/19-0/31X$ $r=-0/05$	$Y=15/28+1/93X$ $r=0/55$	$Y=56/6-5/7X$ $r=-0/58$	$Y=-87/5+218/5X$ $r=0/88$	$Y=38/69-3/36X$ $r=-0/53$
دمای هوا	$Y=10/9-0/23X$ $r=-0/43$	$Y=67/32-1/62X$ $r=-0/51$	$Y=267/67-9/8X$ $r=-0/96$	$Y=-118/5+9/9X$ $r=0/31$	$Y=70/21-1/60X$ $r=-0/31$
دمای آب	$Y=7/19-0/07X$ $r=-0/15$	$Y=60/64-1/28X$ $r=-0/48$	$Y=207/7-6/9X$ $r=-0/87$	$Y=-277/2+15/8X$ $r=0/69$	$Y=51/02-0/8X$ $r=-0/21$

همچنین ضریب همبستگی پاروپایان با فاکتورهای از قبیل شفافیت، اکسیژن محلول در آب، هدایت الکتریکی، pH، دمای آب و دمای هوا به صورت کلی (در ماه و در ایستگاه) محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۷ ذکر شده است.

جدول ۷: معادله خط رگرسیون و ضریب همبستگی بین تراکم پاروپایان و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی.

پاروپایان	فاکتور
$Y = 67/129 - 0/197X$	شفافیت
$r = - 0/316$	
$Y = -846/97 + 10/69X$	PH
$r = 0/711$	
$Y = -6/735 + 5/974X$	اکسیژن محلول (DO)
$r = 0/209$	
$Y = 74/711 - 4/387X$	هدایت الکتریکی (EC)
$r = -0/409$	
$Y = 35/81 + 0/529X$	دمای هوا
$r = 0/30$	
$Y = -7/016 + 2/277X$	دمای آب
$r = 0/168$	

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی تراکم پاروپایان در ماه‌های مختلف نشان داد که تراکم این موجودات در مرداد و شهریورماه دارای میزان بیشتری نسبت به سایر ماه‌ها بوده است (جدول ۳)؛ اما در کل، اختلاف معنی‌داری بین ماه‌های نمونه‌برداری از نظر تراکم پاروپایان مشاهده نمی‌شود (شکل ۴). عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در بین ماه‌های مختلف حاکی از آن است که باوجود اختلاف در تراکم پاروپایان در مرداد و شهریورماه، میزان این اختلافات به‌اندازه‌ای نبوده است که یک افزایش چشم‌گیر را در این دو ماه از سال نسبت به ماه‌های قبلی نمونه‌برداری مشاهده شود. ازاین‌رو در آزمون کروستکال – والیس اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشده است؛ اما به‌طورکلی درجه حرارت در مردادماه و یا اواخر بهار برای حضور پاروپایان در تالاب انزلی مناسب است. ازاین‌رو در اغلب مطالعات انجام‌شده بر روی تالاب در سال‌های قبل نیز جمعیت پاروپایان در مردادماه افزایش داشته است. به‌عنوان مثال در سال ۱۳۶۷ مهندسین مشاور یکم در طی تحقیقات خود بر روی تالاب بیان داشتند که حضور حداکثری پاروپایان در نیمه دوم بهار صورت پذیرفته است که این همزمانی با رشد و توسعه جوامع ماهیان نابالغ که در این هنگام به حد وفور می‌رسند کمک شایان توجهی کرده است. همچنین سکایا و کوراشوا هم در سال ۱۳۵۷ حداکثر تراکم جامعه پاروپایان را در بهار و در منطقه ورودی تالاب غرب مشاهده کرده‌اند. مطالعات انجام‌شده در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ توسط فلاحی نشان‌دهنده روند افزایشی در جمعیت پاروپایان در مرداد ماه در و در ایستگاه ورودی تالاب غرب است. در تحقیق صورت گرفته در سال ۱۳۹۰ بر روی تالاب انزلی توسط فلاحی و همکاران نیز مشخص گردید که بیشترین تراکم پاروپایان در تیرماه مشاهده شده است. با توجه به این امر که در تحقیق صورت گرفته در سال ۱۳۹۰ مطالعات در یک پروسه زمانی از اسفند تا تیرماه صورت پذیرفته است و از آنجاکه در تحقیق پیش رو نمونه برداری هر ۴۵ روز یک‌بار صورت پذیرفته است و در بهار نمونه‌ای از تالاب گرفته نشده است، مشاهدات صورت گرفته در اوایل مردادماه می‌تواند تا اندازه‌ای زیادی با مشاهدات در بهار همخوانی داشته باشد.

در رابطه با تراکم پاروپایان در ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده شد که ایستگاه ورودی تالاب غرب با میانگین ۱۰۷/۴۷ تراکم بیشتری از موجودات پاروپا را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). عمق کم تالاب در این قسمت، ورود رودخانه سیاه درویشان به آن، برقراری جریان آب آرام و وضعیت پایداری آب در این ایستگاه از دلایل عمده حضور حداکثری این موجودات در ایستگاه ورودی تالاب غرب است.

همچنین از آنجاکه رابطه pH آب با تراکم پاروپایان در کل رابطه ای نسبتاً مستقیم است (جدول ۷) و در غالب مواقع نیز ایستگاه ورودی تالاب دارای بیشترین pH بوده است، از این رو دیگر دلیل عمده حضور موجودات پاروپا، pH حداکثری در این ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه‌های نمونه برداری می‌باشد.

در بررسی‌هایی که از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵ توسط فلاحی و خدپرست بر روی تالاب انزلی صورت گرفته است مشخص شده است که بیشترین تراکم مشاهده شده از شاخه Arthropoda و راسته‌های Cladocera و Copepoda در منطقه تالاب غرب بوده است و در سال ۱۳۷۳ نیز تراکم در جمعیت Copepoda در مردادماه در ایستگاه ورودی تالاب به حداکثر خود رسیده است و در سایر ماه‌های سال کاهش یافته است.

در مطالعاتی که در مورد پاروپایان در سه منطقه دریا، مصب و تالاب صورت گرفت، مشخص گردید که در اسفندماه، منطقه تالاب بیشترین تراکم این موجودات (۳۵/۲۲ عدد در لیتر) را در خود جای داده است. این مطلب را می‌توان این‌گونه ارزیابی کرد که دمای هوا در این ماه از سال شرایط رشد را برای پاروپایانی که در زیستگاه‌هایی با آب شیرین یا شوری کم رشد می‌کنند، مهیا کرده است و از این رو بیشترین تراکم در منطقه تالاب با آب شیرین یا شوری کم مشاهده شده است. تراکم پاروپایان در فروردین ماه افزایش نشان داده است که دلیل عمده آن کم شدن تراکم آغازیان می‌باشد که شرایط را برای حضور پاروپایان فراهم کرده است. در خردادماه تراکم پاروپایان دارای کاهش ناگهانی در همه ایستگاه‌ها بوده است که علت کاهش این تراکم می‌تواند به دلیل کاهش فیتوپلانکتون بعد از خوردن شدن توسط افزایش زئوپلانکتون در ماه گذشته (اردیبهشت‌ماه) و شروع رشد پیک فیتوپلانکتون باشد. همچنین در تحقیق انجام شده توسط فلاحی و همکاران در سال ۱۳۹۰ نیز کمترین تراکم گزارش شده از پاروپایان مربوط به خرداد ماه بوده است. تراکم کاهش یافته پاروپایان در خردادماه در ماه مرداد دوباره روند افزایشی به خود گرفته است و بار دیگر منطقه تالاب از نظر تراکم حضور پاروپایان در جایگاه اول واقع شده است. علت این امر کاهش در تراکم آغازیان در منطقه تالابی است که شرایط رشد را برای پاروپایان مهیا کرده است. از آنجاکه اغلب جنس‌های آغازیان در محیط‌هایی با دمای کم شروع به رشد و تکثیر می‌کنند بنابراین هر چه به سمت ماه‌های گرم سال پیش می‌رویم از تراکم جنس‌های این گروه کم شده و در مقابل شرایط مناسبی از نظر فضای مورد نیاز برای رشد و غذای کافی برای تکثیر در دسترس گروه کپه‌پودا قرار می‌گیرد. دوباره به دلیل افزایش در تراکم آغازیان (با شروع ماه‌های سرد سال) در شهریورماه، از تراکم پاروپایان در این ماه کاسته شده است (شکل ۳).

از آنجاکه بر طبق نتایج به دست آمده میانگین تراکم پاروپایان در منطقه دریا برابر با ۳/۹۳ عدد در لیتر، در منطقه مصب برابر با ۲۵/۶۶ عدد در لیتر و در منطقه تالابی برابر با ۵۹/۲۶ عدد در لیتر بوده است (شکل ۳)، بنابراین می‌توان برآورد کرد که منطقه تالابی به دلیل دارا بودن شرایط یک زیستگاه مناسب از نظر در دسترس بودن مواد غذایی، جریان آرام و پایدار آب، دارای شرایط بهتر زیستگاهی برای موجودات پاروپا بوده است.

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان این‌گونه ارزیابی کرد که افزایش در فراوانی پاروپایان در ماه‌های گرم سال (تیر، مرداد و شهریور)، در تحقیق پیش رو مطابق با تحقیقات انجام شده در سال‌های پیش بوده است. همچنین در ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز بیشترین حضور این موجودات در ایستگاه ورودی تالاب غرب دیده شده است که همان‌طور که پیش‌تر هم ذکر شد با تحقیقات پیشین هم خوانی داشته است.

منابع

رضوی صیاد، ب.، ۱۳۷۸. مقدمه‌ای بر اکولوژی دریای خزر، توسعه پایدار و بهره‌برداری اصولی و علمی از منابع زنده دریای خزر «آب‌های ایران». وزارت جهاد سازندگی موسسه تحقیقات شیلات ایران.

سازمان فائو با همکاری ایران، ۱۳۶۹. توان باروری تالاب انزلی و بررسی ذخای ماهی در آن. معاونت تحقیقات و آموزش شیلات ایران، بندر انزلی. ۱۹ ص.

- شعبانزاد، س.، ۱۳۷۹. بررسی پراکنش و تراکم فصلی زئوپلانکتون‌ها در مناطق مختلف حوضه تالاب انزلی در سال ۷۶ و مقایسه آن با نتایج ۵ سال گذشته. پلکن نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد لاهیجان. ۱۷۶ ص.
- فلاحی، م. و خداپرست، ح.، ۱۳۷۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، بندر انزلی. ۱۱۳ ص.
- فلاحی، م.، ۱۳۷۳. بررسی پراکنش و بیوماس زئوپلانکتون‌های تالاب انزلی (آبکنار). پلکن نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، دانشکده علوم فنون دریایی تهران، ۱۹۸ ص.
- فلاحی، م.، سبک آراء، ج.، مطلبی، ع.، ولی پور، ع. و عبدوس، ا.، ۱۳۹۰. مطالعه تراکم شاخه پاروپلکتن در تالاب انزلی، همایش ملی آبی‌پروری ایران، بندر انزلی، ایران.
- کیمبال، ک. د. و کیمبال، س. الف.، ۱۳۵۰. مطالعات لیمنولوژی تالاب انزلی، شرکت سهامی شیلات ایران، بندر انزلی.
- مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۷. مطالعات گام اول طرح جامع احیای تالاب انزلی. جلد هفتم، لیمنولوژی. انتشارات جهاد سازندگی استان گیلان، ۳۱۹ ص.
- میرزاجانی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر مبنای مطالعات دهساله (۱۳۸۰ - ۱۳۷۰) با استفاده از سامانه جغرافیایی GIS. گزارش طرح تحقیقاتی سازمان تحقیقات و آموزش وزارت جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات شیلات ایران. شماره ثبت ۸۸/۱۱۱ ۱۱۷ ص.
- ولادیمیرسکایا، ا. و کوراشووا، ا.، ۱۳۵۷. تحقیق و مطالعه موجودات پلانکتون از طرف گروه کارشناسان اتحاد جماهیر شوروی در تالاب انزلی، رودخانه‌ها و قسمت‌های جنوبی دریای خزر. سازمان محلی زیست ایران، بندرانزلی.
- Blanchot, J., Charpy, L. and Borgne, R., 1989. Size competition particulate organic matter in the lagoons of tikehau (tuamotu archipelago), marine biology 102, 32-33.
- Borgne, R., Blanchot, J. and Charpy, L., 1989. Zooplankton of tikehau atoll (tuamotu archipelago) and its relationship to particulate matter, marine biology. 102, 341-353.
- Edmonson, W. T., 1959. Freshwater Biology, 2nd edition, Johan Wiley and Sons, Inc., United states.
- Goldman, C. R. and Horne, A., 1984. Limnology. McGraw-Hill. Book Co., New York, USA, 384p.
- Kazanchi, N., Gulbabazadeh, T., Leroy, S. and Ileri, Ö., 2004. Sedimentary and environmental characteristics of the Gilan-Mazanderan plain, northern Iran: influence of long-and short-term Caspian water level fluctuations on geomorphology. Journal of marine systems, 46(1), 145-168.
- Maosen, H., 1983. Freshwater Plankton Illustration. Agriculture Publishing House. Alaska and Hawaii, 85.
- Omori, M. and Ikea, T., 1984. Method in Marine Zooplankton ecology. John Wiley & Sons, United states, 1-89.
- Paterson, M., 2003. Ecological Monitoring and assessment network protocols for measuring biodiversity: Zooplankton in freshwaters. Department of fishers and Oceans Freshwater Institute 501 University Crescent Winning, Nanitobe R3T 2N6, 25.
- Sorina, A., 1978. Phytoplankton Manual, sixth edition, Paris: Unesco, 337p.
- Tiffany, L. H. and Britton, M. E., 1971. The Algae of Illinois. 1st Edn. Hansfer Publishing Company, New York, USA. ISBN: 0028535308, 407.
- Williams, L. G., 1966. Dominant planktonic rotifers of major water of the United States. Limnology, 11, 83-91.