ترکیب اسیدهای آمینه سخت پوستان زئوپلانکتونی تالاب حنا، استان اصفهان

مهسا محمودی خوش دره‌گی[۱]، امیدوار فرهادیان[*۲]، عیسی ابراهیمی درچه[۲]، نصراله محبوبی صوفیانی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[۲] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[۳] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٨/٨/٢٦، تاریخ تصویب: ٨٩/٤/١٦)

چکیده

تالاب‌ها ازاکوسیستم‌های پرتولید جهان هستند. از موجودات مهم در تالاب‌ها زئوپلانکتون‌ها هستند که غذای زنده مغذی برای لارو ماهی به شمار می آیند. ارزش غذایی زئوپلانکتون‌ها در دریاچه‌ها بر اساس ترکیب گونه‌ای، ساختار جمعیتی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در فصول گوناگون سال تغییر می‌نماید. هدف از این مطالعه؛ اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های آب شیرین در تالاب حنا در طی ۴ فصل بود. نمونه‌برداری در اواسط هر فصل بوسیله تورکشی عمودی با استفاده از تور پلانکتون‌گیری (چشمه ۱۴۰ میکرون، قطر ۲۵ سانتی متر) از تابستان ۱۳۸۶ تا بهار ۱۳۸۷ انجام شد. سخت پوستان زئوپلانکتونی غالب در تالاب حنا شامل آنتن منشعب‌ها (۳ گونه از جنس *Daphnia* و از جنس های *Moina* و *Ceriodaphnia* و *Bosmina* هر کدام یک گونه) و پاروپایان (شامل جنس های *Microcyclops* ، *Acanthocyclops* ، *Allocyclops* ، *Macrocyclops* ، *Metacyclops* و *Cyclops*) بودند. نتایج نشان داد که میانگین اسیدهای آمینه ضروری در بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب برابر ۲۸/۷، ۳۱/۰، ۳۱/۶ و ۳۴/۵ درصد ومیانگین اسیدهای آمینه غیرضروری به ترتیب برابر ۷۱/۳، ۶۹/۰، ۶۸/۴ و ۶۷/۰ درصد از کل اسیدهای آمینه می باشد. بالاترین میانگین مقدار اسیدهای آمینه ضروری در طی دوره مطالعه مربوط به آرژنین ۸/۹، ۱۰/۷، ۴/۱، ۵/۵ درصد: ترئونین۶/۴، ۴/۹، ۶/۲، ۷/۰ درصد: تیروزین ۴/۶، ۴/۷، ۴/۱، ۳/۳ درصد و متیونین ۲/۴، ۲/۲، ۱/۶، ۴/۱ درصد به ترتیب در بهار، تابستان، پاییز و زمستان بود. از سوی دیگر، گلوتامیک ۲۱/۴، ۱۸/۹، ۱۸/۳، ۱۸/۷ درصد: آلانین ۱۶/۹، ۱۵/۶، ۱۴/۸، ۱۲/۸ درصد و آسپارتیک ۱۲/۳، ۱۳/۰، ۱۲/۱، ۱۱/۳ درصد ترتیب در بهار، تابستان، پاییز و زمستان بالاترین مقادیر را در مقایسه با دیگر اسیدهای آمینه غیرضروری داشتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های جمع آوری شده از تالاب حنا در فصول مختلف سال تغییر می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آمینه، زئوپلانکتون‌های آب شیرین، تغییرات فصلی، تالاب حنا، ایران

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۵۶۴ E-mail: omfarhad@cc.iut.ac.ir

مقدمه

تالاب‌ها یکی از اکوسیستم‌های آبی پرتولید هستندکه به لحاظ اکولوژیکی و اقتصادی اهمیت بالایی در جهان دارند. این زیستگاهها مکانهای مناسبی برای تخم‌ریزی، تغذیه و پرورش لارو بسیاری از موجودات آبزی مانند ماهیان محسوب می‌شوند (Costanza *et al*., 1989). تولیدکنندگان اصلی تالاب‌ها شامل گیاهان آبزی وفیتوپلانکتون‌ها هستند در حالیکه زئوپلانکتون‌ها و سایر بی‌مهرگان ومهره‌داران نقش مصرف‌کنندگی دارند (Gren *et al*., 1994).

رشد، بقاء و تولید آبزیان به خصوص در مراحل لاروی به ترکیب و فراوانی پلانکتون‌های ستون آب بستگی دارد (Ross and Epperly, 1985). زئوپلانکتون‌ها با داشتن اندازه کوچک، طبیعت پلانکتونی، تولیدمثل سریع، ترکیب بدنی با پروفیل ارزشمند اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب، غنی از آنزیم‌های گوارشی و پتانسیل بالای لارو ماهیان در استفاده از آنها به عنوان غذای زنده اهمیت ویژه‌ای دارند (Drenner & McComas, 1980). بنابراین؛ با توجه به الزامی بودن اسیدهای آمینه در سنتز پروتئین‌ها، تعیین ترکیب اسیدهای آمینه در غذاهای مصرفی ماهی بخصوص ارگانیسم‌های پلانکتونی امروزه در دنیا ارزش بالایی دارد. هرچند ترکیب اسیدهای آمینه گونه‌های زئوپلانکتونی به لحاظ ارزش تغذیه‌ای آنها در آبزیان مطالعه شده است (Jeffries, 1969; Dabrowski & Rusiecki, 1983; Rùnnestad & Fyhn, 1993; Ten Doeschate, 1995; Van der Meeren, 2003; Mitra *et al*., 2007) اما اطلاعات کمی درمورد مقدار اسیدهای آمینه دراین ارگانیسم‌ها بخصوص از اکوسیستم های آبی ایران در دسترس است.

با توجه به‌اینکه پروتئین‌ها مواد آلی اصلی در بافت‌های آبزیان هستند وحدود ۵۶ تا ۷۵ درصد از کل وزن خشک ماهی را تشکیل می‌دهند، لازم است آبزیان برای بدست آوردن اسیدهای آمینه مورد نیاز خود، مواد غذایی دارای پروتئین را مصرف کنند (Wilson, 2002). اسیدهای آمینه حاصل از هضم پروتئین ها ازجدار روده جذب شده و باعث رشد یا افزایش تودهٔ بدن و بازسازی و ترمیم پروتئین تخریب شده بافت‌ها می‌شوند. برخی از اسیدهای آمینه به عنوان مواد جلب‌کننده غذا و گروهی نیز به عنوان تنظیم‌کننده اسمزی از جایگاه خاصی برخوردارند (Yancey *et al*., 1982) . علاوه بر این؛ کیفیت پروتئین به ارزش بیولوژیکی و قابلیت هضم آن وابسته است که خود تابعی از کیفیت وکمیت اسیدهای آمینه ضروری آن می‌باشد (Ketola, 1982).

از آنجائیکه ارزش غذایی زئوپلانکتون‌ها در دریاچه ها با توجه به ترکیب گونه‌ای، ساختار جمعیتی و همچنین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در فصول گوناگون سال تغییر می‌نماید؛ در این مطالعه اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های آب شیرین در تالاب حنا در طی ۴ فصل بررسی گردید. با مشخص شدن ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های تالاب حنا و تغییرات آنها در فصول مختلف اطلاعات ارزشمند و پایه‌ای در ارتباط با ارزش غذایی زئوپلانکتون‌ها در یک اکوسیستم تالابی به عنوان یکی از مهمترین منابع غذایی آبزیان در این اکوسیستم‌ها حاصل خواهد شد.

هدف از انجام این تحقیق، مطالعه وبررسی تغییرات فصلی ترکیب سخت پوستان زئوپلانکتونی و تعیین پروفیل اسیدهای آمینه آنها در راستای برآورد پتانسیل غذایی تالاب حنا و افزایش اطلاعات اکولوژیکی مبنی بر ارزش غذایی زئوپلانکتونهای تالابی و مصرف احتمالی در فعالیت‌های آبزی-پروری بود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه نمونه برداری

منطقه نمونه برداری در انجام این تحقیق تالاب حنا بود. این تالاب در ۳۰ کیلومتری شهرستان سمیرم (۱۹۰ کیلومتری جنوب شرق اصفهان) و عرض جغرافیایی 31° و $31'$ شمالی وطول جغرافیایی 51° و $47'$ شرقی قرار دارد (شکل ۱).

مساحت تالاب ۷۰۰ هکتار، ارتفاع از سطح دریا ۲۳۰۰ متر ، میانگین عمق آب۱۰ متر ، متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۸۰ میلی متر می‌باشد. متوسط پایین ترین و بالاترین دمای هوا به ترتیب در بهمن (۱/۱ درجه سانتی‌گراد) و در مرداد (۲۲/۹ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. این منطقه دارای اقلیم سرد و کوهستانی است بطوریکه سطح دریاچه در نیمی از فصل زمستان پوشیده از یخ می‌باشد. بخش‌های کم عمق دریاچه بوسیله گیاهان بن در آب از جنس های *Phragmites* ، *Typha* ، *Juncus* و *Cyperus* اشغال می‌شود در حالیکه گیاهان غوطه ور از جنس های *Potamogeton* ،*Ceratophyllum* ، *Myriophyllum* و *Polygonum* از اردیبهشت تا مهر وجود دارند. این تالاب اهمیت اکولوژیکی برای پرندگان مهاجر، حیات‌وحش و ارگانیسم‌های آبزی بخصوص ماهیان دارد.

با توجه به میانگین عمق دریاچه، ورودی آبها به تالاب و وسعت آن سه منطقه برای نمونه برداری و جمع آوری زئوپلانکتونها در تالاب در نظر گرفته شد (شکل۱). منطقه ۱ دارای متوسط عمق بین ۱۰-۲۰ متر ، بدون ورودی آب ، بستر عمدتا سنگی و با دانه بندی درشت، منطقه ۲ متوسط عمق بین ۵-۱۲ متر ، دارای ورودی آب (حدود ۵۰ درصد از ورودی آب تالاب)، بستر با دانه بندی متوسط و ماسه‌ای ، دارای گیاهان آبزی شناور و غوطه ور، منطقه ۳ متوسط عمق ۳- ۱۰ متر با بستر عمدتا رسی ، دارای مواد آلی بسیار، دارای ورودی آب (حدود ۵۰ درصد از ورودی آب تالاب) ، دارای گیاهان آبزی غوطه ور و شناور در آب بود. در اواسط هر فصل نمونه برداری به مدت یک سال از تابستان ۱۳۸۶ تا بهار ۱۳۸۷ انجام گردید.

نمونه برداری و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب

نمونه برداری از آب جهت تعیین مهمترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از ساعت ۹ تا ۱۲ صبح با استفاده از نمونه بردار آب Van Dorn از سطح (کمتر از ۲ متر)، میان (۳ تا ۵ متر) و عمق (۷ تا۱۰ متر) در سه منطقه (شکل ۱) از دریاچه تالاب حنا انجام گرفت. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، pH، اکسیژن محلول و عمق رویت در محل هر منطقه با دماسنج جیوه‌ای، pH متر (دیجیتال Schottgerate، مدل ۶۶۶۲۲۱، ساخت آلمان)، اکسیژن متر (مدل Paqualab ELE، ساخت آلمان) و صفحه سشی اندازه گیری شد . در این مقاله؛ میانگین پارامترهای مورد نظر از سه عمق برای هر فصل گزارش شد. نمونه های آب از عمق های متفاوت و مناطق سه گانه به آزمایشگاه منتقل شد و بطور جداگانه نیترات و فسفات آن اندازه گیری شد. نیترات توسط الکترود انتخابگر یونی (Ion Selective Electrode مدل ۳۳۱۰ JEAN WAY ، ساخت آلمان) ، فسفات محلول به روش رنگ‌سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل6400 JEAN WAY ، ساخت آلمان) اندازه گیری شد (Clescceri *et al*., 1998) . میانگین نتایج نیترات و فسفات تالاب در هر فصل در این مقاله گزارش شده است.

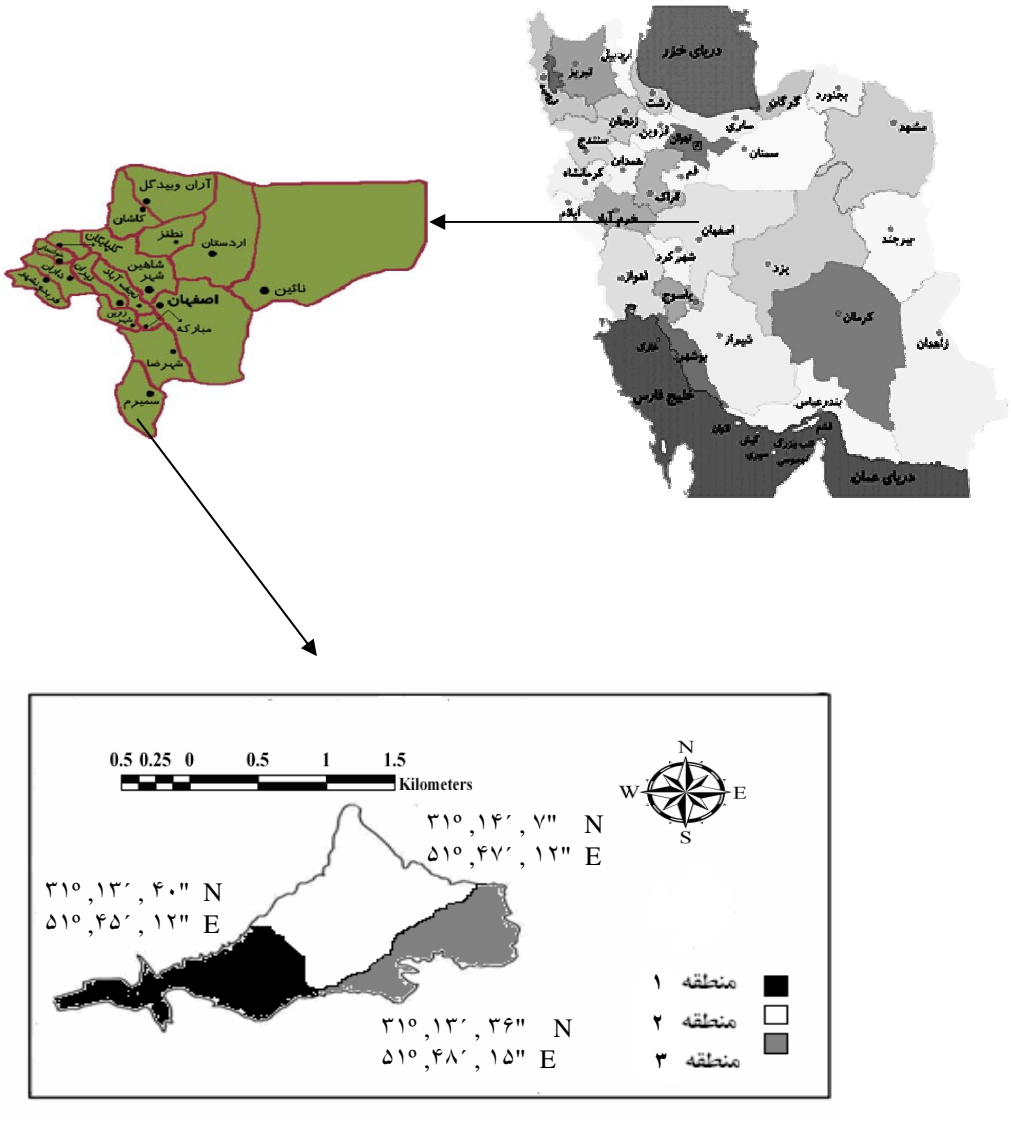
نمونه برداری، شناسایی و تعیین تراکم پلانکتون‌ها جهت اندازه‌گیری بیولوژیکی آنها

نمونه برداری زئوپلانکتون‌ها با استفاده از تورپلانکتون‌گیری با چشمه ۱۴۰ میکرون و دهانه ۲۵ سانتی‌متری با تورکشی عمودی (از عمق ۷ تا۱۰ متر رو به بالا، با توجه به محدویت عمق در مناطق نمونه برداری ۲ و ۳) انجام گرفت. در کار نمونه برداری برای شناسایی و تعیین تراکم (فراوانی) زئوپلانکتون‌ها سه نمونه زئوپلانکتونی بطور جداگانه اما مشابه از هر منطقه جمع‌آوری گردید.

شناسایی گونه‌های مختلف زئوپلانکتون‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی زئوپلانکتونهای آب شیرین (Ward & Whipple, 1945; Edmonson, 1959; Martin & Davis, 2001; Fernando, 2002) انجام گرفت. برای

تعیین فراوانی زئوپلانکتون‌ها از هر نمونه سه زیر نمونه تهیه شد و شمارش با استفاده از چمبر زئوپلانکتون شمار باقروف (Bogorov's chamber) در زیر یک لوپ آزمایشگاهی (Olympus, SZ6045, Japan) با بزرگنمایی ۳-۶ و با کمک میکروسکوپ اینورت (مدل CETI ، ساخت بلژیک) انجام شد. به منظور محاسبه تراکم زئوپلانکتون‌ها از فرمول $D = [(N/V_1)\ V_2] / \times V$ استفاده گردید که دراین رابطه، D تراکم زئوپلانکتون ها ، N تعداد زئوپلانکتون شمارش شده در هر زیر نمونه به حجم V_1، V_2 حجم نمونه اصلی و V حجم آب فیلتر شده در زمان تورکشی در محل تالاب را نشان می‌دهد.

برای شناسایی فیتوپلانکتون‌ها، محلول لوگول آیودین (۱۰ میلی لیتر به ازای هر ۲۰۰ میلی لیتر نمونه) جهت فیکس کردن به نمونه های آب (برداشته شده از عمق ۱متری) اضافه شد و شناسایی با استفاده از میکروسکوپ نوری و کلیدهای شناسایی (Davis, 1955; Chaghtai & Salfullai, 1988; Cox *et al*., 1996) انجام گرفت.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه، نقشه تالاب حنا و موقعیت ایستگاههای نمونه برداری در مناطق ۱، ۲ و ۳

نحوه اندازه گیری پروتئین و اسیدهای‌آمینه در نمونه‌های زئوپلانکتونی

جهت اندازه‌گیری پروتئین و اسیدهای آمینه، پس از آنکه به میزان کافی زئوپلانکتون (حاصل ۲۰ نوبت تور کشی عمودی از هر منطقه) جمع‌آوری گردید، زئوپلانکتون‌های هر منطقه بطور زنده و جداگانه به محل ایستگاه سازمان آب مستقر در محل تالاب منتقل گردیدند. سپس آنها را به طور جداگانه در استوانه‌های دو لیتری ریخته و به مدت ۳ تا ۴ ساعت بدون جابجایی و تکان دادن در سایه قرار داده تا ذرات غیر زنده شامل رس و مواد معلق آب بطور کامل ته‌نشین گردد. در مرحله بعد قسمت بالایی استوانه دو لیتری (حدود ۱۵۰۰ سی سی) که دارای زئوپلانکتون‌های زنده و متحرک در آب شفاف زیستگاه بوده را با عبور از تور پلانکتون‌گیری ۴۰ میکرون به آرامی سیفون نموده وجمع‌آوری گردید. نمونه های متراکم و جمع آوری شده در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت در محل ایستگاه قرار داده شد و در حالت منجمد شده با قرار دادن در زیر یخ به آزمایشگاه گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی در دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل گردید. بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد، نمونه ها با استفاده از دستگاه فریزدرایر (مدل Heto Holten) خشک گردید و سپس در درون دسیکاتور نگهداری شد.

جهت اندازه‌گیری مقدار پروتئین هر نمونه از روش رنگ سنجی و اندازه گیری جذب نور آبی در طول موج ۳۱۰ نانومتر استفاده شد (Meyer & Walter, 1988). آماده-سازی نمونه‌ها برای تعیین پروفیل اسید آمینه بر اساس روش Farhadian و همکاران (۲۰۰۹) به ترتیب با هیدرولیز نمونه با استفاده از اسیدکلریدریک با غلظت ۶ نرمال و قرار دادن در آون ۱۵۰درجه سانتی گراد به مدت ۲ساعت; خشک کردن نمونه و استاندارد در خلاء به مدت ۳۰ دقیقه; اضافه کردن محلول ریدراینگ (متانول:آب:تری اتیل آمین; ۱:۲:۲) و سپس خشک کردن در خلاء برای ۳۰ دقیقه; اضافه کردن محلول مشتق سازی (متانول: تری اتیل آمین: آب: فنیل ایزوتیوسیانات; ۱:۱:۱:۷) و قرار دادن در دمای اتاق به مدت ۲۰ دقیقه و سپس در خلاء برای ۳۰ دقیقه تا خشک شدن ; اضافه کردن محلول رقیق کننده; صاف کردن با فیلتر ۰/۴۵ میکرون انجام شد. برای تعیین مقادیر اسیدهای آمینه، تزریق استاندارد و عصاره نمونه‌های آماده شده در دستگاه HPLC با آشکارساز Waters 486 و ستون کروماتوگرافی پیکوتاگ ۱۵۰ mm × ۳/۹ mm انجام گردید. مقدار اسیدهای آمینه بر حسب درصد وزنی از کل اسیدهای آمینه بدون تریپتوفان گزارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری

وجود اختلاف معنی دار بین فصول بر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب و ترکیبات شیمیایی زئوپلانکتونها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. مفروضات تجزیه واریانس (توزیع نرمال خطاها، واریانس مساوی خطاها، عدم ارتباط متقابل بین تیمارها و مستقل بودن خطاها در تکرارها) در بین داده ها برقرار بوده و برای اطمینان بیشتر از نرمال بودن داده ها قبل از آنالیز واریانس تبدیل داده ها به Arc-sin انجام شده و آنگاه آنالیز واریانس بر روی آنها انجام گردید (Zar, 1984).تمامی کارهای آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام شد (SPSS, 2002).

نتایج

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب تالاب حنا در فصول مختلف

پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول، pH، عمق رویت، نیترات و فسفات با استفاده از دستگاههای قابل‌حمل حتی الامکان در محل نمونه برداری اندازه‌گیری شدند. فصل نمونه برداری تأثیر معنی‌داری بر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب تالاب حنا داشت (شکل۲).

میانگین فصلی دمای‌آب و اکسیژن محلول به ترتیب ۱۴/۷۹°C و ۸/۰۱ میلی‌گرم در لیتر در بهار؛ °C ۲۰/۶۵ و ۷/۴۶ میلی‌گرم در لیتر در تابستان؛ °C ۱۱ /۳۳ و ۷/۹۴ میلی‌گرم در لیتر در پاییز و°C ۵/۳۴ و ۹/۷۳ میلی‌گرم در لیتر در زمستان بود. همچنین میانگین فصلی pH و عمق رویت به ترتیب ۸/۰۷ و ۹۸/۲ سانتی‌متر در بهار، ۸/۲۴ و ۱۰۹/۹ سانتی‌متر در تابستان، ۸/۱۴ و ۱۱۸/۹ سانتی‌متر در پاییز و ۸/۲۲ و ۹۶/۹ سانتی متر در زمستان بود. میانگین فصلی نیترات و فسفات نیز به ترتیب ۱/۱۸ و ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر در بهار، ۲/۲۶ و ۱/۲۰ میلی گرم بر لیتر در تابستان ، ۱/۸۹ و ۰/۶۷ میلی گرم بر لیتر در پاییز و ۵/۲۷ و ۰/۰۳ میلی گرم بر لیتر در زمستان بدست آمد (شکل ۲).

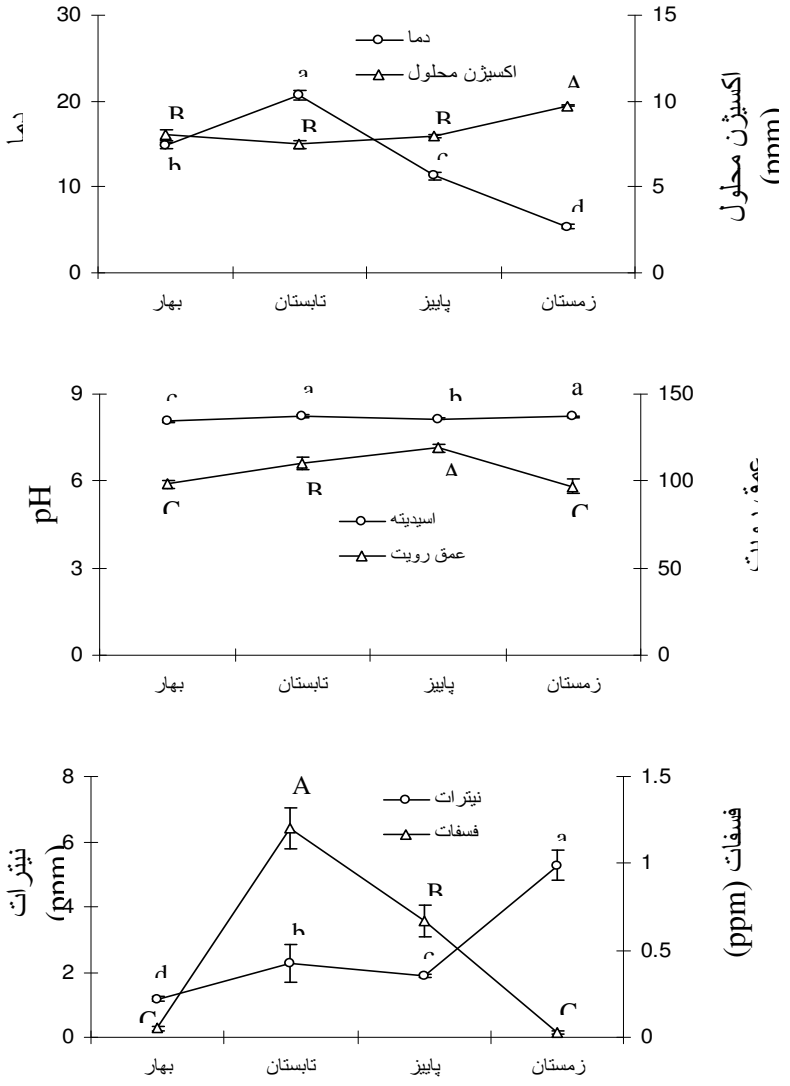
ترکیب گونه‌ای پلانکتون‌های تالاب حنا

طی یک دوره یک ساله مطالعات سخت پوستان زئوپلانکتونی تالاب حنا؛ در مجموع ۱۰ جنس زئوپلانکتونی از آنتن منشعب‌ها (Cladocera) و پاروپایان (Copepoda) به انضمام مراحل ناپلیوس (Nauplius) و کپه‌پودیت (Copepodite) پاروپایان شناسایی شدند. گروه آنتن منشعب‌ها شامل ۳ گونه از جنس *Daphnia*، از جنس های *Moina* ، *Ceriodaphnia* و *Bosmina* هر کدام یک گونه شناسایی شدند، در حالیکه از گروه پاروپایان ۶ جنس شامل *Microcyclops*، *Acanthocyclops*، *Allocyclops*، *Macrocyclops*، *Metacyclops* و *Cyclops* شناسایی گردید. در زمستان متاناپلیوس‌های (Metanauplius) پاروپایان در مقایسه با سایر فصول بیشترین بودند (جدول ۱). در بهار، تابستان و زمستان فراوانی نسبی گونه‌های آنتن‌منشعب‌ها از پاروپایان بیشتر بوده در حالیکه در فصل پاییز فراوانی گونه‌های پاروپایان بیشتر شد (شکل ۳).

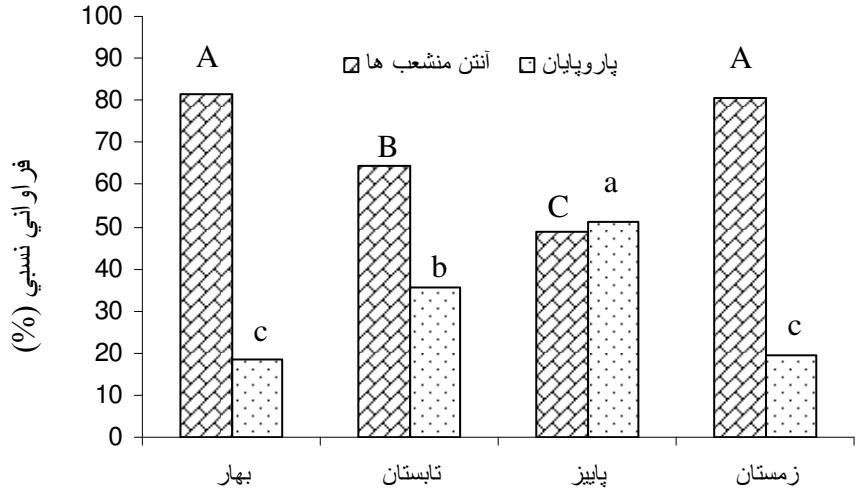
جدول ۱- فراوانی نسبی (٪) گونه‌های غالب زئوپلانکتون‌های شناسایی شده تالاب حنا در طی فصول مختلف نمونه برداری (- در فصل مورد نظر مشاهده نشده است).

	گونه‌های غالب زئوپلانکتونی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
آنتن منشعب‌ها (Cladocera)	*Daphnia*	/۵۷	۶/۹۲	۴/۵۲	۰/۵۴
	Daphnia dubia	۰/۴۵	۰/۸۲	۱/۵۷	-
	Daphnia pulex	۷/۷۳	-	-	۴۴/۷۹
	Ceriodaphnia sp.	-	۶/۹۲	۹/۳۸	-
	Moina sp.	۴/۶۱	۱۲/۵۹	۷/۰۹	۰/۴۷
	Bosmina sp.	-	۰/۲۴	۴/۶۷	۰/۳۴
پاروپایان (Copepoda)	Metanauplii	-	-	۲/۰۷	۴۶/۶۱
	Copepodids	/۴۵	۳۶/۹۱	/۵۳	۵/۹۹
	Copepod (adults)	۴/۱۸	۳۵/۶۱	/۱۷	۱/۲۸

مطالعات صورت گرفته در رابطه با فیتوپلانکتون‌ها نشان داد که در فصل بهار و تابستان فیتوپلانکتون‌های شاخه‌های سیانوفیتا (Cyanophyta) و کلروفیتا (Chlorophyta) ، و در فصل پاییز و زمستان کریزوفیتا (Chrysophyta) غالب بودند، از شاخه سیانوفیتا ، جنس *Chroococcus* و از شاخه کلروفیتا، جنس‌های *Chlorella*، *Dictyosphaerium* و *Scenedesmus* در فصل بهار و تابستان بیشترین تراکم را داشتند. از شاخه کریزوفیتا جنس‌های *Navicula* و *Nitzschia* در فصل پاییز و زمستان حداکثر تراکم را داشتند، البته در این فصل جلبک‌های سبز و سبز-آبی نیز وجود داشتند.



شکل ۲- میانگین (± خطای استاندارد) مهمترین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده از آب تالاب حنا در طی فصول مختلف سال. حروف مشابه در هر نمودار از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۳- درصد فراوانی پاروپایان و آنتن منشعب ها در فصول مختلف نمونه برداری از زئوپلانکتونهای تالاب حنا.
حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی داری ندارند.

ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های تالاب حنا در فصول مختلف

فصل نمونه برداری بر مقدار کل اسیدهای آمینه ضروری زئوپلانکتون‌های تالاب حنا تأثیر معنی‌داری داشت در حالیکه بر مقدار کل اسیدهای آمینه غیر ضروری تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۲). میانگین میزان پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های تالاب حنا در فصول مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که میانگین پروتئین در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۵۸/۳، ۵۴/۳، ۵۵/۶ و ۵۳/۹ درصد از وزن خشک است. اسیدهای آمینه ضروری دامنه‌ای بین ۲۸/۷-۳۴/۵ درصد از کل اسیدهای آمینه را تشکیل می‌دهند، در حالیکه مقدار اسیدهای آمینه غیرضروری دامنه‌ای بین ۶۷/۰-۷۱/۳ درصد از کل اسیدهای‌آمینه را داشت. در مجموع داده ها نشان می‌دهند که اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری به ترتیب در دو فصل زمستان و بهار حداکثر میزان را دارند.

پروفیل اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های تالاب حنا در فصول مختلف (جدول ۳) نشان می‌دهد که در همه فصول بیشترین مقدار اسیدهای آمینه در زئوپلانکتون‌ها مربوط به اسیدهای آمینه آسپارتیک (۱۱/۳-۱۳/۰ درصد از کل اسیدهای آمینه) و گلوتامیک (۱۸/۳-۲۱/۴ درصد از کل اسیدهای آمینه) می‌باشد که هر دو از اسیدهای آمینه غیرضروری هستند و از میان اسیدهای آمینه ضروری بیشترین مقدار مربوط به اسید آمینه آرژنین (۱۰/۷ درصد از کل اسیدهای آمینه) در فصل تابستان بود. بطور کلی در زئوپلانکتون‌های تالاب حنا مقدار اسیدهای آمینه غیرضروری در همه فصول بیشتر از اسیدهای آمینه ضروری بود.

جدول ۲- آنالیز واریانس تأثیر فصل بر اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری سخت پوستان زئوپلانکتونی تالاب حنا

اسیدهای آمینه	منابع تنوع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	فاکتورF	ارزش P معنی‌داری
اسیدهای آمینه ضروری	اثرفصل	۳	۵۰/۹۶	۱۶/۹۹	۱۴/۰۴	۰/۰۰۱
	خطا	۸	۹/۵۸	۱/۲۱		
	کل	۱۱	۶۰/۶۴			
اسیدهای آمینه غیرضروری	اثر فصل	۳	۲۹/۰۸	۹/۶۹	۰/۹۵	۰/۴۶۳
	خطا	۸	۸۱/۹۲	۱۰/۲۴		
	کل	۱۱	۱۱۱/۰۰			

جدول ۳- میانگین (± خطای استاندارد) میزان پروتئین (درصد از وزن خشک) و ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های (درصد از کل اسیدهای آمینه) تالاب حنا در فصول مختلف نمونه‌برداری.

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است.

میزان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
پروتئین	۵۸/۳±۳/۵۵ a	۵۴/۳±۱/۶۵ a	۵۵/۶±۱/۸۸ a	۵۳/۹±۳/۴۱ a
اسیدهای آمینه ضروری				
تیروزین	۴/۵۷±۰/۲۸ a	۴/۷۱±۰/۳۴ a	۴/۰۷±۰/۲۸ ab	۳/۳±۰/۲۳ b
والین	۲/۵۸±۰/۲۳ b	۲/۰۳±۰/۱۷ bc	۱/۷۵±۰/۱۷ c	۵/۳۴±۰/۲۸ a
متیونین	۲/۳۵±۰/۲۳ a	۲/۱۵±۰/۲۳ b	۱/۵۶±۰/۱۷ b	۴/۰۸±۰/۲۸ b
ایزولوسین	۰/۹۹±۰/۲۳ b	۲/۶۹±۰/۲۸ a	۱/۲۶±۰/۲۳ b	۲/۷۲±۰/۳۴ a
لوسین	۰/۹۱±۰/۲۳ b	۲/۲۰±۰/۲۸ a	۱/۱۰±۰/۲۳ b	۲/۶۸±۰/۳۴ a
فنیل آلانین	-	-	۲/۳۵±۰/۱۱ a	-
لیزین	-	-	۵/۶۲±۰/۳۴ a	-
هیستیدین	۱/۹۵±۰/۱۷ a	۱/۴۰±۰/۰۵ b	۱/۸۲±۰/۱۷ ab	۱/۷۷±۰/۱۱ ab
آرژنین	۸/۹۳±۰/۲۸ a	۱۰/۶۵±۰/۳۴ b	۴/۰۹±۰/۱۷ d	۵/۵۴±۰/۲۳ c
ترئونین	۶/۳۵±۰/۲۸ a	۴/۸۵±۰/۲۳ b	۶/۲۲±۰/۲۸ a	۷/۰۳±۰/۳۴ a
سیستئین	-	۰/۲۵±۰/۰۵ b	۱/۴۴±۰/۱۱ a	۱/۴۶±۰/۱۷ a
اسیدهای آمینه غیرضروری				
اسیدآسپارتیک	۱۲/۳±۰/۳۴ ab	۱۳/۰۱±۰/۴۰ a	۱۲/۱۴±۰/۳۴ ab	۱۱/۲۵±۰/۲۸ b
اسیدگلوتامیک	۲۱/۳۶±۰/۴۶ a	۱۸/۸۸±۰/۳۴ b	۱۸/۲۷±۰/۲۸ b	۱۸/۶۷±۰/۳۴ b
سرین	۴/۸۸±۰/۲۳ a	۴/۲۰±۰/۱۷ bc	۳/۸۰±۰/۱۱ c	۴/۵۸±۰/۲۳ ab
گلایسین	۸/۵۹±۰/۲۳ b	۸/۶۷±۰/۲۸ b	۹/۶۸±۰/۳۴ a	۷/۷۷±۰/۱۷ b
آلانین	۱۶/۹۰±۰/۴۰ a	۱۵/۶±۰/۳۴ b	۱۴/۸۳±۰/۲۸ b	۱۲/۷۵±۰/۲۳ c
پرولین	۷/۲۷±۰/۲۳ d	۸/۶۴±۰/۲۸ c	۹/۶۱±۰/۲۸ b	۱۰/۹۸±۰/۳۴ a

ضروری	۲۸/۶۷±۰/۶۳ c	۳۰/۹۷±۰/۶۳ b	۳۱/۶۳±۰/۶۳ b	۳۴/۴۵±۰/۶۳ a
غیرضروری	۷۱/۳۲±۱/۸۴ a	۶۹/۰۲±۱/۸۴ a	۶۸/۳۶±۱/۸۴ a	۶۷/۰۲±۱/۸۴ a

بحث و نتیجه‌گیری

زئوپلانکتون‌ها در ساختار اکوسیستم‌های آبی و همچنین ارزیابی توان تولید آنها اهمیت ویژه‌ای دارند. آنها به عنوان دومین حلقه در زنجیره غذایی اکوسیستم های آبی با مصرف فیتوپلانکتون‌ها انرژی تثبیت شده را به سطوح بالای زنجیره غذایی منتقل می‌نمایند و در چرخه تولید مثلی، میزان رشد و بقاء لاروهای آبزیان تأثیر مهمی بر ذخایر ماهیان دارند (Ross & Epperly, 1985). بنابراین با تعیین پراکنش و فراوانی زئوپلانکتون‌های موجود در اکوسیستم های آبی بخصوص تالاب‌ها و نیز تعیین ترکیب بیوشیمیایی آنها می‌توانیم از تاثیرات اکولوژیکی از جمله تغییرات فصلی بر شرایط غذایی محیط های آبی اطلاعات مفیدی بدست آوریم.

یکی از راههای ساده برای تعیین سطح تروفی دریاچه‌ها و منابع آبی استفاده از خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب از جمله فسفر، نیتروژن و عمق رویت می باشد. نیتروژن و فسفر هردو از مواد مغذی محدود کننده بوده که افزایش آنها باعث افزایش رشد جلبکها و گیاهان آبزی می‌گردد (NHDES, 1997). با توجه به مقدار فسفر (۰/۰۳-۱/۲ میلی‌گرم در لیتر) ، نیترات (۱/۱۸-۵/۲۷ میلی‌گرم در لیتر) و شفافیت کم آب (۹۶-۱۱۸ سانتی‌متر) اندازه گیری شده از تالاب حنا (شکل ۲)، آن را می‌توان از لحاظ سطح تولیدی یک دریاچه یوتروف نامید (NHDES, 1997).

میزان پروتئین در زئوپلانکتون‌های تالاب حنا در بهار از سایر فصل ها بیشتر بود (جدول ۳). یکی از دلایل مهم را می‌توان به ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها بخصوص تراکم بالای آنتن منشعب ها نسبت داد زیرا که پروتئین در آنتن منشعب‌ها نسبتاً بالا است (Dabrowski & Rusiecki, 1983). برای مثال محتوای پروتئین در *Daphnia carinata* و *Moina australiensis* به ترتیب ۵۴/۳ و ۶۴/۸ درصد از وزن خشک و در گونه‌های جنس *Daphnia* ۷۰-۴۹/۷ درصد از وزن خشک است، در حالیکه میزان پروتئین در برخی از پاروپایان ۲۳ درصد وزن خشک گزارش شده است (Watanabe *et al.*, 1983; Van der Meeren, 2003). دلایل احتمالی دیگر را می‌توان در فراهم بودن شرایط فیزیکوشیمیایی آب تالاب، رشد فیتوپلانکتون‌ها خصوصاً جلبک‌های سبز و سبز-آبی و میزان مصرف آنتن منشعب‌ها از طیف وسیع این جلبک‌ها بیان نمود (Mehdizadeh *et al.*, 2006).

در این تحقیق ۱۱ اسید آمینه ضروری و ۶ اسید آمینه غیر ضروری در سخت پوستان زئوپلانکتونی سد حنا اندازه گیری شد (جدول ۳). نتایج مطالعه کنونی با کار انجام شده توسط Mitra و همکاران در سال ۲۰۰۷ در مورد ترکیب اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های آب شیرین قابل مقایسه است. آنها بیان کردند که میانگین درصد اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری در زئوپلانکتونها به ترتیب ۵۰/۱ و ۴۰/۹ درصد از کل اسیدهای آمینه می‌باشد (Mitra *et al.*, 2007). یکی از مهمترین تفاوتهای احتمالی حاصل از این تحقیق با مطالعات مشابه (Mitra *et al.*, 2007) را می‌توان به متفاوت بودن ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها نسبت داد.

در این تحقیق فراوانترین اسیدهای آمینه زئوپلانکتون‌های تالاب حنا را اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک تشکیل دادند که علت آن را می‌توان عمدتاً به وجود گونه‌های سخت - پوستان زئوپلانکتونی آنتن منشعب‌ها و پاروپایان نسبت داد (Dabrowski & Rusiecki, 1983; Guisande *et al.*, 2003)

مقدار اسیدهای آمینه تیروزین، ایزولوسین، لوسین، آرژنین، سیستئین، اسیدآسپارتیک، گلیسین و پرولین در جمعیت های زئوپلانکتونی تابستان-پاییزه بالاتر از جمعیت های زئوپلانکتونی زمستان-بهاره بود. نتایج مشابهی در مورد بالا بودن (حداقل ۴۰درصد) غلظت آمینو اسیدها در

زئوپلانکتونهای تابستان-پاییزه در مقایسه با مقادیر اسیدهای آمینه در زئوپلانکتون‌های زمستان-بهاره گزارش گردید (Jeffries, 1964). چنین تفاوتهایی را میتوان به مقادیر نابرابر متاناپلیوس ،کپه پودیت و بالغین پاروپایان در این فصول مرتبط دانست، زیرا مقدار اسیدهای آمینه در متاناپلیوس در مقایسه با کپه پودیت و بالغین پاروپایان کمتر می باشد. بنابراین با توجه به تراکم بالای کپه پودیت و بالغین پاروپایان در فصل تابستان می توان آن را ازجمله دلایل احتمالی افزایش غلظت اسیدهای آمینه زئوپلانکتونها در این فصل تلقی نمود (جدول ۱). در مطالعه دیگری که در مورد ترکیب فصلی اسیدهای آمینه در جوامع پلانکتونی مناطق معتدله انجام شد، گزارش شده است که مقادیر اسیدهای آمینه عموماً در جوامع تابستانی زئوپلانکتونها بالاتر از جوامع زمستانی آنهاست (Jeffries, 1969). یافته های تحقیق کنونی نیز بیان می‌نماید که مقدار اسیدهای آمینه آسپارتیک، آرژنین و تیروزین در فصل تابستان بالاتر از سایر فصول است.

از سوی دیگر؛ تحقیقات انجام شده توسط (Wikfors & Ohno, 2001) نشان داد که ترکیب شیمیایی جلبک های میکروسکوپی بر ترکیب شیمیایی زئوپلانکتون ها اثر می‌گذارد، زیرا پروفیل اسیدهای آمینه جلبک‌ها دارای ۱۰ اسید آمینه ضروری (والین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، متیونین، سیستئین، فنیل آلانین، تیروزین، ترئونین و تریپتوفان) و ۶ اسید آمینه غیر ضروری (اسیدآسپارتیک، اسیدگلوتامیک، سرین، گلیسین، آلانین و پرولین) می‌باشد (Brown, 1991).

در مجموع، با توجه به اهمیت اسیدهای آمینه به ویژه اسیدهای آمینه ضروری برای رشد و نمو لارو ماهیان بخصوص در مراحل لاروی نورس و انگشت قد، می‌توان نتیجه گرفت که زئوپلانکتون‌های تالاب‌ها و دریاچه ها از نظر ترکیب اسیدهای آمینه در فصول مختلف سال تغییر می‌نمایند و از نظر ارزش غذایی یکسان نمی‌باشند.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی و فنآوری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان و اداره محیط زیست استان اصفهان به لحاظ فراهم آوردن موجبات انجام تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

- Brown, M. R., 1991. The amino acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in mariculture, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 145: 79-99.

- Chaghtai, F., Salfullai, S. M., 1988. An Illustrated Account of Species *Ceratium*, University of Karachi, Pakistan, 50 p.

- Clesceri, I., Green berg, A. E., Franson, M. A., 1998. Standard Methods for the Examination Water and Wastewater, American Public Health Association, Maryland, USA, 1368 p.

- Costanza, R., Farber, S. C., Maxwell, J., 1989. Valuation and management of wetland ecosystems, Ecological Economics 1: 335–361.

- Cox, J. E., 1996. Identification of Freshwater of Diatom from Live Material, Chapman and Hall, London, 158 p.

- Dabrowski, K., Rusiecki, M., 1983. Content of total and free amino acids in zooplanktonic food of fish larvae, Aquaculture 30: 31-42.

- Davis, C. C., 1955. The Marine and Fresh-Water Plankton, Michigan State University Press, 562 p.

- Drenner, R. W., McComas, S. R., 1980. The roles of zooplankter escape ability and fish size selectivity in the selective feeding and impact of planktivorous fish. Evolution and ecology of zooplankton communities, Special symposium, American Society of Limnology and Oceanography 3: 587-593.

- Edmonson, W. T., 1959. Freshwater Biology, 2nd edition, Johan Wiley Sons Inc., London, Chapman & Hall, 1248 p.

- Farhadian, O., Yusoff, F. M., Mohamed, S., 2009. Nutritional values of *Apocyclops dengizicus* (*Copepoda: Cyclopoida*) fed on *Chaetocerous calcitrans* and *Tetraselmis tetrathele*. Aquaculture Research 40: 74-82

- Fernando, C. H., 2002. A Guide to Tropical Fresh- Water Zooplankton, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 291 p.

- Gren, I. M., Folke, C., Turner, K., Batemen, I., 1994. Primary and secondary values of wetland ecosystems, Environmental and Resource Economics 4: 55–74.

- Guisande, C., Bartumeus, F., Ventura, M., Catalan, J., 2003. Role of food partitioning in structuring the zooplankton community in mountain lakes, Oecologia 136: 627–634.

- Jeffries, H. P., 1964. Comparative studies on estuarine zooplankton, Limnology and Oceanography 9: 348-358.

- Jeffries, H. P, 1969. Seasonal composition of temperate plankton communities: free amino acids, Limnology and Oceanography 14: 41-52.

- Ketola, H. G., 1982. Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementation of diets, Comparative Biochemistry and Physiology 73: 17-24.

- Martin, J. W., Davis, G. E., 2001. An updated classification of the recent Crustacea, Natural History Museum of Los Angles, Los Angles, California, USA, 124 p.

- Mehdizadeh, G., Ahmadi, M. R.,Saberi, H., Kiabi, B., Vosoughi, G., 2006. Distribution and frequency of zooplankton in earthen ponds of Gilan province. Journal of Marine Sciences and Technology 6 (3, 4): 77-85.

- Meyer, E., Walter, A., 1988. Methods for estimation of protein, lipid, carbohydrate and chitin levels in fresh water invertebrates, Archive für Hydrobiologie 113: 161-177.

- Mitra, G., Mukhopadhyay, P. K., Ayyappan, S., 2007. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen ponds: nutrition implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles, Aquaculture 272: 346-360.

- NHDES, 1997. Layman's Guide for Measuring. A Lake's Trophic State**.** Environmental Fact Sheet. NHDES Limnology Center Laboratory. New Hampshire Volunteer Lake, BB-27.

- Ross, S., Epperly, S., 1985. Utilization of shallow nursery areas by fishes in Pamlico Sound and adjacent tributaries, North Carolina. In: Yancy-Aramcibia (Ed.), Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons. Towards an Ecosystem Integration, UNAM Press, Mexico City, pp: 207–232.

- Rùnnestad, I., Fyhn, H. J., 1993. Metabolic aspects of free amino acids in developing marine fish eggs and larvae, reviews in Fisheries Science 1: 239-259.

- SPSS, 2002. Statistical Package of Social Science, Version, 11.5. Chicago, IL, USA.

- Ten Doeschate, R. A. H. M., 1995. Towards a physiological feeding strategy for protein in broilers. PhD thesis. Wageningen University, The Netherlands, 115 p.

- Van der Meeren, T., 2003. Analysis of biochemical components in copepods for evaluation of feed quality for juvenile production of marine fish. Fisken Og Havet 5: 1-24.

- Ward, H. B., Whipple, G. C., 1945. Fresh-Water Biology. John Wiley and Sons Inc. New York, 2nd edition, 1248 p.

- Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita, S., 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review, Aquaculture 34: 115-143.

- Wikfors, G. H., Ohno, M., 2001. Impact of algal research in aquaculture. Journal of Phycology 37: 968-974.

- Wilson, P. R, 2002. Amino Acids and Proteins, In: Halver, E. J., Hardy, R. W. (Eds.), Fish Nutrition, 3rd edition, Academic Press, London, pp: 143-179.

- Yancey, P. H., Clark, M. E., Hand, S. C., Bowlus, R. D., Somero, G. N., 1982. Living with water stress: Evolution of osmolyte systems, Science 217: 1214-1222.

- Zar, J. H. 1984. Bioststistical Analysis, 2nd edition. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, USA, 718 p.

The amino acid composition of crustacean zooplanktons in Hanna Wetland, Isfahan Province

M. Mahmoudi Khoshdarehgy[1], O. Farhadian[*2], E. Ebrahimi Dorche[2] and N. Mahboobi Soofiani[3]
[1]M.Sc. graduated in Aquaculture and breeding, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I.R. Iran
[2]Assistant Prof., Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I.R. Iran
[3]Associate Prof., Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, I.R. Iran
(Received 17 November 2009, Accepted 07 July 2010)

Abstract

Wetlands are among the most productive ecosystems in the world. Zooplanktons are important organisms in wetlands because they are nutritious food for the fish larvae. The nutritional value of zooplankton varies based on species composition, community structure and physicochemical parameters of water in different seasons. This study aimed to measure amino acids composition of freshwater zooplankton in Hanna wetland over four seasons**.** The sampling was carried out by vertical haul using a plankton net (140 μm, diameter of 25 cm) in the mid-season from summer 1386 till spring 1387. The dominant crustacean zooplanktons in Hanna wetland were Cladocera (3 species of *Daphnia* genus and each one species from genus *Moina, Ceriodaphnia*, *Bosmina*) and Copepoda (including the genus *Microcyclops*, *Acanthocyclops*, *Allocyclops*, *Macrocyclops*, *Metacyclops* and *Cyclops*). Results showed that the average total essential amino acids (EAA) were 28.7 %, 31.0 %, 31.6 % and 34.5 % of total amino acid, while total non-essential amino acids (NEAA) were 71.3%, 69.0 %, 68.4 % and 67.0 % of total amino acid in spring, summer, fall and winter, respectively. Among EAA, arginine 8.9%, 10.7%, 4.1%, and 5.5 %: threonine 6.4%, 4.9%, 6.2%, 7.0 %: thyrosine 4.6%, 4.7%, 4.1%, 3.3 % and methionine 2.4%, 2.2%, 1.6%, 4.1 % of total amino acid respectively in spring, summer, fall and winter were in the highest average levels during study period. Correspondingly, glutamic acid 21.4%, 18.9%, 18.3%, 18.7 %: alanine 16.9%, 15.6%, 14.8%, 12.8 % and aspartic acid 12.3%, 13.0%, 12.1%, 11.3 % were the highest compared to other NEAA in zooplankton samples. The results of this study illustrated that the amino acid composition of the zooplanktons collected from Hanna wetland vary in different seasons.

Key words: Amino acid, Freshwater zooplankton, Seasonal variability, Hanna wetland, Iran

*Corresponding author: Tel: +98 311 3913564 , Fax: +98 , E-mail: omfarhad@cc.iut.ac.ir