

ساختار جمعیت موجودات ماکروبنتوز در دریاچه نئور اردبیل

رضوان موسوی ندوشن^(۱)؛ مهدیس سامان پژوه^{(۲)*}؛ حسین عمادی^(۳)
و سید محمدرضا فاطمی^(۴)

mahdisp@hotmail.com

۱، ۲ و ۳-دانشکده علوم و فنون دریائی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۴-کروه بیولوژی دریا، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۰

چکیده

کفزیان در اکوسیستم‌های آب جاری و ساکن مهمی را ایفا می‌کنند. دریاچه نئور در شمال غرب ایران، جنوب شرقی شهر اردبیل و در ارتفاع ۲۴۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد و تاکنون بررسی روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن انجام نشده است. این دریاچه فون منحصر بفردی از موجودات ماکروبنتوز را در خود جای داده است. در این بررسی به منظور شناخت کامل ساختار جمعیت این موجودات، نمونه‌برداری به مدت یکسال، بصورت ماهانه از مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸ (بجز سه ماه از دوران پنج ماهه یخبندان) و در ۴ ایستگاه انجام شد. غنای گونه‌ای در فون کفزیان دریاچه نئور محدود و روی هم ۱۱ گونه شناسایی گردید که به ۱۱ گونه، ۱۱ جنس، ۱۰ خانواده، ۱۰ راسته، ۷ رده و ۳ شاخه تعلق دارند. از این میان، ۸ گونه برای اولین بار در ایران شناسایی و معرفی می‌گردند. گونه‌های غالب دریاچه شامل *Pisidium supinum*، *Gammarus fasciatus* و *Quistadrilus multisetosus* و فراوانی آنها از کل جمعیت، بترتیب ۴۹، ۴۳ و ۵ درصد محاسبه گردید. الگوی پراکندگی فصلی و مکانی اکثر کفزیان در این دریاچه مشابه بود و حداکثر فراوانی در ماه شهریور مشاهده شد. حداکثر فراوانی جمعیت کل کفزیان دریاچه نئور با ۴۱۸۷۲/۷۵ تعداد نمونه در مترمربع در شهریور و حداقل آن را با ۲۸۱۷۷/۰۸ تعداد نمونه در ماه اسفند مشاهده گردید. به نظر می‌رسد درجه حرارت، غلظت اکسیژن محلول و یکنواختی زیستگاه‌ها مهمترین عوامل محیطی موثر بر شاخص‌های جمعیت کفزیان در دریاچه نئور باشد.

لغات کلیدی: کفزیان، ساختار جمعیت، ارزیابی، دریاچه کم عمق، دریاچه نئور

*نویسنده مسئول

مقدمه

بطور کلی در اکوسیستم‌های آب ساکن، کفزیان نقش مهمی را در انتقال تولیدات اولیه و رسوبات آلی (دتريتوس) به سطوح بالاتر زنجیره غذایی ایفا می‌کنند. هم چنین مدت زیادی است که از آنها بعنوان شاخص‌های بیولوژیک به منظور ارزیابی آلودگی و تخریب ناشی از فعالیت‌های انسان استفاده می‌شود. در واقع تنوع در جمعیت این موجودات بالا بوده، به شاخه‌های متعدد تعلق داشته و نیازهای غذایی، رشدی و تولید مثلی متفاوتی دارند (Wetzel, 2001). همین تنوع منجر به پراکنش ناهمگون جمعیت این موجودات می‌گردد (Wetzel, 2001). ترکیب جمعیت کفزیان ارتباط تنگاتنگ و نزدیکی با شرایط زیستگاهی دارد (Tolonen et al., 2001; Geoffrey et al., 2004). بطوریکه عوامل فیزیکی و شیمیایی یا هر دو می‌توانند اثراتی مستقیم بر جمعیت آنها داشته باشند (Heino, 2000). بعنوان مثال، آشفتگی‌های فیزیکی می‌تواند مستقیم یا بصورت غیرمستقیم بواسطه پراکنش و حضور گیاهان آبی تأثیر خود را بر جمعیت کفزیان اعمال نماید (Varga, 2003). از اینرو استفاده از کفزیان بعنوان شاخص‌های بیولوژیک در دریاچه‌های عمیق و دریاچه‌های کم‌عمق و بکارگیری کفزیان در ارزیابی این دریاچه‌ها بسیار رایج است (Varga, 2003). اگرچه هنوز دانش ما در مورد تغییرات بلند مدت و حتی سالانه ترکیب گونه‌ای کفزیان و فراوانی آنها بسیار اندک است. در ضمن، مطالعات در مورد مقاومت و پایداری کفزیان آبهای جاری در برابر تغییرات محیطی متعدد و بتدریج در حال افزایش است (Rosenberg & Resh, 1992; Wright et al., 2000).

دریاچه نئور در ایران دریاچه‌ای کم‌عمق با میانگین عمق $1/67 \pm 0/38$ متر، حداکثر عمق $5/5$ و حداقل عمق $0/9$ متر است و تاکنون بررسی لیمنولوژیک چندانی در آن انجام نشده است. در این بررسی بعنوان اولین گام، ساختار فون کفزیان این دریاچه، غنای گونه‌ای و تاکسون‌های شاخص مورد مطالعه قرار گرفت و در نهایت از طریق تاکسون‌های شاخص وضعیت تروپی آن ارزیابی گردید.

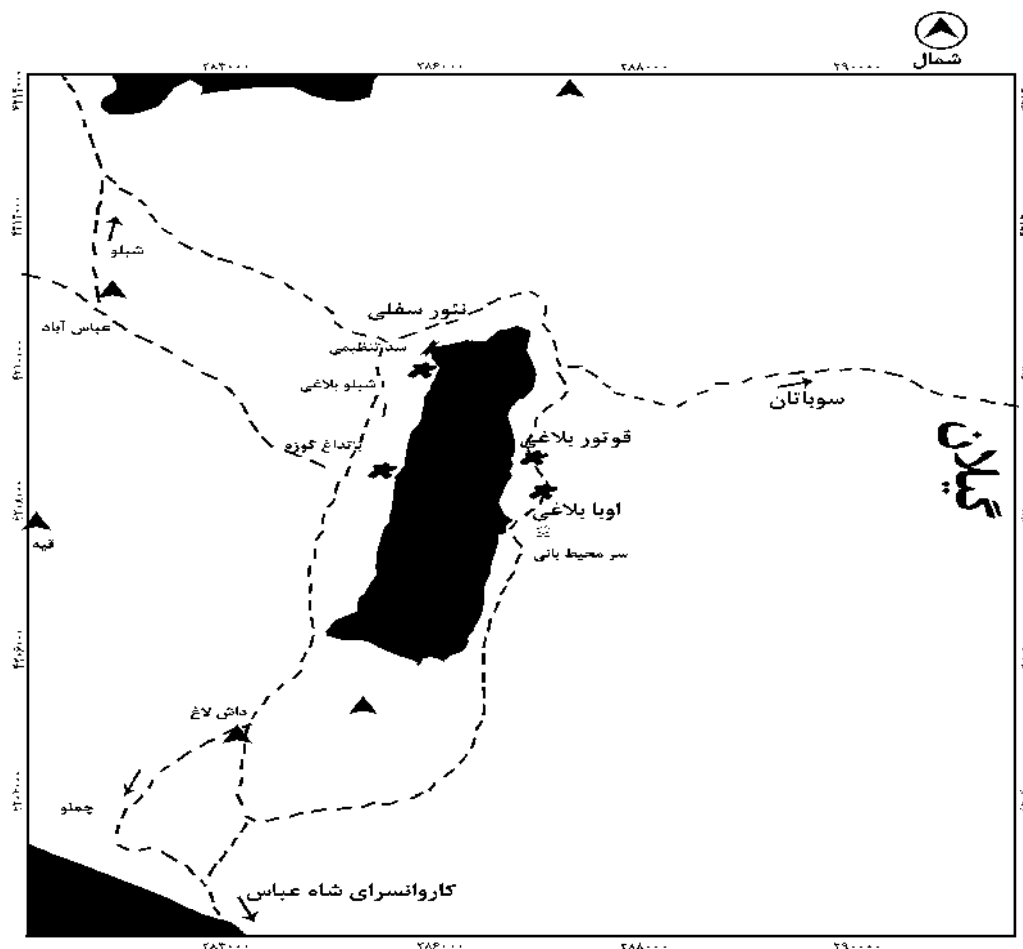
دریاچه نئور در محدوده جغرافیایی $38^{\circ} 1' 30''$ تا $37^{\circ} 55' 30''$ عرض شمالی و $48^{\circ} 32' 30''$ تا $48^{\circ} 36' 30''$ طول شرقی، در ۴۸ کیلومتری جنوب خاوری اردبیل واقع شده است. این دریاچه یک گراین یا چاله فرو افتاده است که در اثر تأثیر عوامل تکتونیک و در دوره آئوسن بالایی پدید آمده است. دریاچه نئور مشتمل بر دو دریاچه کوچک و بزرگ است که در فصل پر آب (بهار)، کاملاً

به هم می‌پیوندند و دریاچه‌ای واحد را بوجود می‌آورند. مساحت کل آن در این تحقیق در زمان کم آبی ۳۰۰ هکتار و در زمان پر آبی ۳۷۰ هکتار بود. آب این دریاچه از چشمه‌های متعدد کف دریاچه و اطراف، ذوب برف کوههای نزدیک آن و همچنین از نزولات آسمانی تامین می‌گردد (مددی و همکاران، ۱۳۸۳).

مواد و روش کار

نمونه‌برداری بصورت ماهانه و به مدت یک سال (از مرداد ماه ۱۳۸۷ تا تیر ماه ۱۳۸۸) در ۴ ایستگاه در امتداد طول دریاچه (شکل ۱) و در هر ایستگاه در سه تکرار انجام شد. لازم به توضیح اینکه در ماههای دی و بهمن ۱۳۸۷ بعثت یخبندان امکان نمونه‌برداری فراهم نشد. به منظور دستیابی به کفزیان نواحی حاشیه‌ای (لیتورال) و بخش‌های عمیق دریاچه (پروفوندال)، ایستگاه ۱ در منتهی الیه جنوب دریاچه با میانگین عمق $1/24$ متر، ایستگاه ۲ در عمیق‌ترین قسمت میانی دریاچه بزرگ با میانگین عمق $2/44$ متر، ایستگاه ۳ در ناحیه کم عمق مشرف به مرز دو دریاچه کوچک و بزرگ با میانگین عمق $1/27$ متر و ایستگاه ۴ در بخش میانی دریاچه کوچک با میانگین عمق $0/9$ متر انتخاب گردید. لازم به ذکر است که حتی در پایین‌ترین سطح آب، دو دریاچه کوچک و بزرگ به یکدیگر مرتبط بوده، فقط یک باریکه خشکی در قسمتی از عرض دریاچه ایجاد می‌شود. درجه حرارت و غلظت اکسیژن محلول در سطح آب و 20 سانتیمتر بالاتر از بستر دریاچه و با دستگاه اکسیژن متر پرتابل (مدل WTW) اندازه‌گیری شد. در ضمن جهت اندازه‌گیری غلظت اکسیژن در آبهای عمیق، آب مورد نیاز با استفاده از دستگاه روتنر از نواحی عمیق تامین گردیده است. بمنظور جمع‌آوری کفزیان از گرب اکمن با ابعاد 20×20 سانتیمتر استفاده شد. رسوبات جمع‌آوری شده با الک (با قطر چشمه $0/5$ میلی‌متر) شستشو و نمونه‌های جمع‌آوری شده در فرمالین ۶ درصد تثبیت گردیدند (Standard Method, 2007).

برای شناسایی کفزیان در حد خانواده و شفییره‌های خانواده شیرونومیده در حد زیر خانواده از کلید شناسایی استفاده گردید. همچنین به منظور آنالیز اختلاف پراکندگی میان تاکسون‌ها و فراوانی آنها در ایستگاهها (در مدت مطالعه) و در میان ماهها در ایستگاههای مورد مطالعه از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد (Merritt & Cummins, 1996; Smith, 2001; McCafferty, 1981).



شکل ۱: نقشه دریاچه نئور (با مقیاس ۵۰۰۰۰:۱ و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در آن. ۳۸ دهنه چشمه پرآب و با کیفیت آبدی مناسب منابع اصلی تأمین آب دریاچه را تشکیل می‌دهند.

نتایج

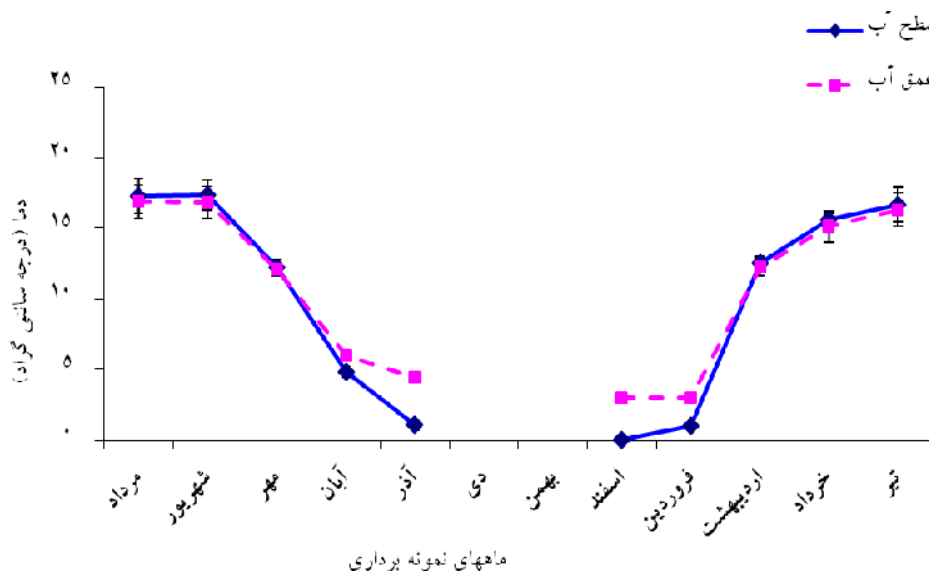
میانگین ($\pm$ انحراف معیار) دمای آبهای سطح دریاچه نئور $10/13 \pm 7/5$ درجه سانتیگراد و آبهای عمقی دریاچه $10/54 \pm 6/66$ درجه سانتیگراد محاسبه گردید. بدلیل انجماد دریاچه در فصل سرد، نمونه‌برداری در فصل زمستان امکانپذیر نبود. بیشینه عمق آب در ماه خرداد برابر $2/4$ متر، کمینه آن در مهر برابر $1/58$ متر و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) آن برابر $1/67 \pm 0/38$ متر بود. حداکثر عمق آب دریاچه نئور در ایستگاه سوم $2/44$ متر، حداقل آن در ایستگاه چهارم به مقدار $0/9$ متر با میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $1/67 \pm 0/69$ متر اندازه‌گیری شد.

نوسانات درجه حرارت و غلظت اکسیژن محلول در آب سطح و عمق دریاچه نئور طی مدت مطالعه در نمودار ۱ نشان داده شده است. در مدت بررسی، درجه حرارت آب سطح دریاچه میان حداقل صفر و حداکثر $16/9$ درجه سانتیگراد در ماههای مرداد و شهریور نوسان داشت. در ماه آذر یخبندان آغاز و در نهایت در دی ماه تا پایان فروردین پوشش یخ تمام سطح دریاچه را فرا گرفت. دمای آب در ماههای اسفند و فروردین پس از شکستن یخ اندازه‌گیری شدند. دمای آبهای عمقی دریاچه در ماههای غیر یخبندان نیز همین تغییرات را نشان می‌داد. در این مطالعه،

شدید غلظت اکسیژن و شرایط بدون اکسیژنی در سطح رسوبات در ماههای یخبندان و بدنبال فرآیندهای تجزیه و مصرف اکسیژن مشاهده گردید. غلظت اکسیژن محلول آب در ماههای اسفند و فروردین پس از شکستن یخ اندازه‌گیری گردید.

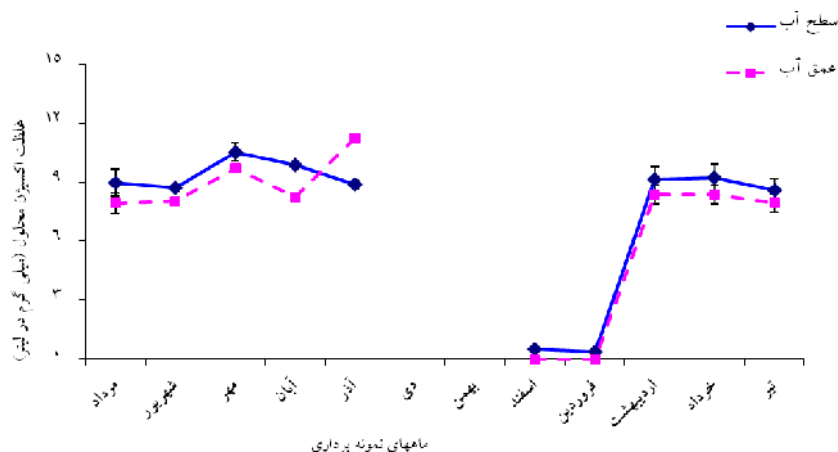
در مدت بررسی و از میان موجودات جمع‌آوری شده از رسوبات بستر دریاچه نئور، ۱۱ گونه، ۱۱ جنس، ۱۰ خانواده، ۱۰ راسته، ۷ رده و ۳ شاخه شناسایی گردید. نتایج حاصل از طبقه‌بندی موجودات شناسایی شده در دریاچه نئور در جدول ۱ نشان داده شده است.

غلظت اکسیژن محلول در آبهای سطحی دریاچه طی دوره بررسی با میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $8/97 \pm 3/79$ میلی گرم در لیتر بین حداقل $8/57$ و حداکثر $11/23$ میلی گرم در لیتر متغیر بود. غلظت اکسیژن در آخرین روزهای چهارمین ماه یخبندان یعنی فروردین به $0/4$ میلی گرم در لیتر رسید. حداکثر غلظت اکسیژن در ماههای سرد سال، بویژه آذر و مهر مشاهده گردید. غلظت اکسیژن در مهر ماه به میزان $10/52$ میلی گرم بر لیتر و $10/29$ میلی گرم بر لیتر در آذر ماه اندازه‌گیری شده است. روند تغییرات غلظت اکسیژن در آبهای عمق دریاچه از الگوی مشابه با غلظت اکسیژن در آبهای سطح برخوردار بود. یک کاهش



نمودار ۱: روند تغییرات دمای سطحی و عمقی آبهای دریاچه نئور در مدت بررسی - مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸ (درجه حرارت آب در ماههای

اسفند و فروردین پس از شکستن یخ اندازه‌گیری گردیده لذا در این ماهها دما در سطح آب صفر درجه محاسبه شده است).



نمودار ۲: مقایسه مقادیر اکسیژن محلول در آبهای سطحی و عمیق دریاچه نئور در مدت بررسی مرداد ۱۳۸۷- تیر ۱۳۸۸

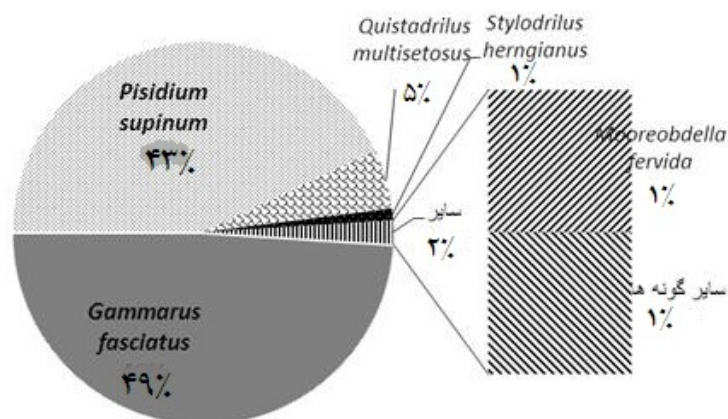
گونه *Gammarus fasciatus* بیشترین فراوانی را در بین گونه‌های شناسایی شده با حداکثر فراوانی ۱۹۹۰۵/۱۷ تعداد نمونه در مترمربع در اردیبهشت ماه و حداقل آن را با ۱۶۱۷۵ تعداد نمونه در مترمربع در اسفند ماه با میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $1202/35 \pm 19297/19$ تعداد نمونه در متر مربع بخود اختصاص داده بود. گونه *Pisidium supinum* پس از *Gammarus fasciatus* با بیشینه فراوانی ۱۹۲۱۶/۶۷ تعداد نمونه در مترمربع در شهریور ماه و کمینه فراوانی ۹۵۷۵ تعداد نمونه در مترمربع در اسفند ماه و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $3238/52 \pm 15181/04$ تعداد نمونه در مترمربع قرار گرفته بود. گونه *Quistadrilus multisetosus* با حداکثر فراوانی ۲۶۶۶/۶۶ تعداد نمونه در مترمربع در اردیبهشت ماه و حداقل ۱۱۶۰/۴۱ تعداد نمونه در آبان ماه و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $455/58 \pm 1562/99$ تعداد نمونه در مترمربع مشاهده شد (نمودار ۴).

فراوانی کفزیان غالب دریاچه نئور در ایستگاههای مورد مطالعه بترتیب: گونه *Gammarus fasciatus* در رتبه بعدی پس از *Pisidium supinum*، با بیشینه فراوانی ۲۳۲۱۲/۲۷ تعداد نمونه در مترمربع در ایستگاه دوم و کمینه فراوانی ۱۷۸۹۱/۴۷ تعداد نمونه در مترمربع در ایستگاه اول و میانگین ($\pm$ انحراف معیار) $1600/50 \pm 19297/19$ تعداد نمونه در مترمربع قرار گرفته است (نمودار ۵).

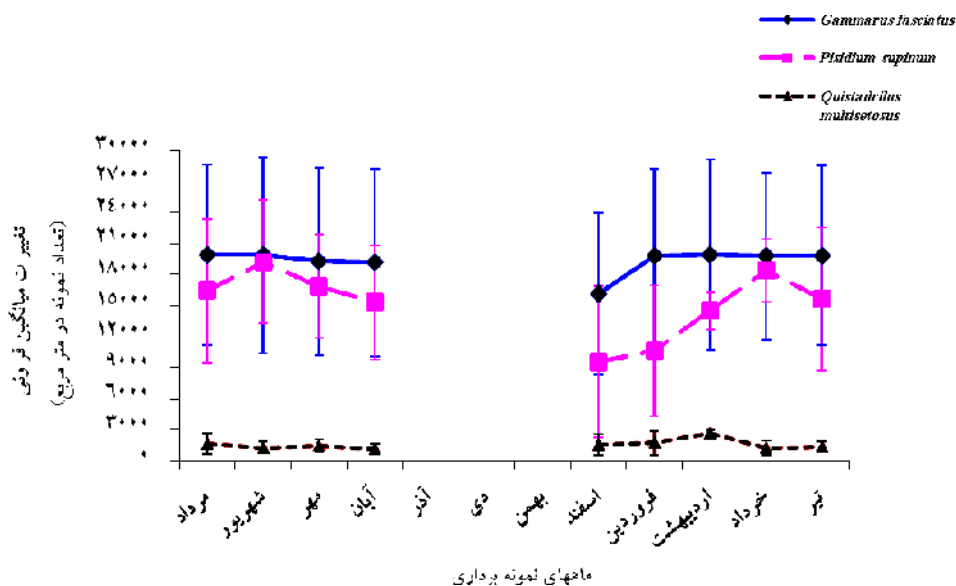
لازم بذکر است که شناسایی در شاخه‌های نرم‌تنان و کرمهای کم‌تار و زالوها، در حد جنس و گونه برای اولین بار انجام گرفته است. از نرم‌تنان، گونه‌های *Pisidium*، *Planorbis carinatus*، *Fossaria humilis*، *supinum*، *Stagnicola catascopium*، از کرمهای کم‌تار (الیگوکت) گونه‌های *Quistadrilus* و *Stylodrilus herngianus*، از زالوها *Mooreobdella fervida*، از رده درون آرواره‌ها (Entognatha) گونه *Hypogastrura*، از حشرات گونه *Dasycorixa hybrida* معرفی می‌گردند. نمونه‌های بالغ گونه‌های *Dasycorixa hybrida* و *Hypogastrura nivicola* طی نمونه‌برداری‌های کیفی، در ماه فروردین هنگام شکستن یخ بدست آمد، لذا فراوانی و توده زنده آنها در مجموع مطالعات کمی لحاظ نگردیده است. در این مطالعه کفزیان غالب در دریاچه نئور *Gammarus fasciatus* با فراوانی ۴۹ درصد، پس از آن *Pisidium supinum* با فراوانی ۴۳ درصد و *Quistadrilus multisetosus* با فراوانی ۵ درصد مشخص گردید. سایر گونه‌ها اگرچه در تمام دوره در جمعیت حضور داشتند، اما فراوانی آنها فقط ۳ درصد از فراوانی کل جمعیت را بخود اختصاص داد و کمترین فراوانی در مدت بررسی به کرم خونی جنس *Chironomus* تعلق داشت (نمودار ۳).

جدول ۱: اطلاعات طبقه‌بندی کفزیان شناسایی شده در دریاچه نور

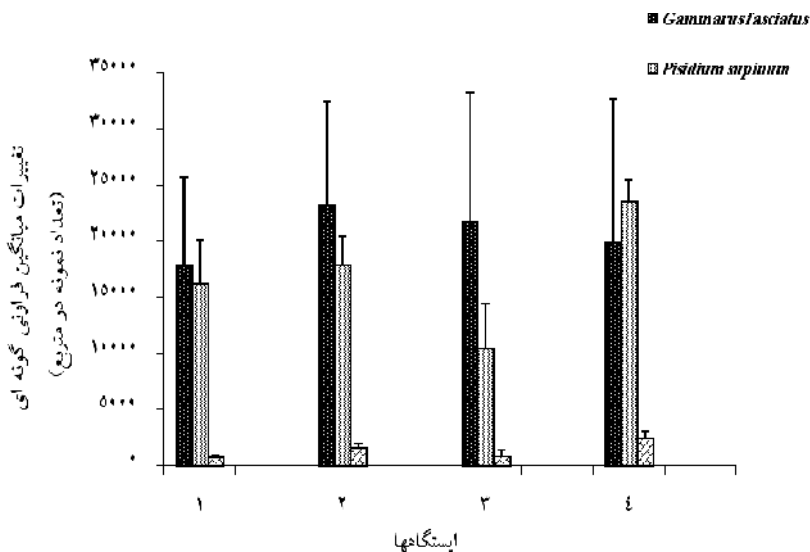
Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	<i>fasciatus</i>
	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	sp.
		Hemiptera	Corixidae	<i>Dasycorexia</i>	<i>hybrida</i>
Annelida	Entognatha	Collembola	Hypogastruridae	<i>Hypogastrura</i>	<i>nivicola</i>
	Oligochaeta	Tubificida	Tubificidae	<i>Quistadrilus</i>	<i>multisetosus</i>
		Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus</i>	<i>heringianus</i>
Mollusca	Hirudinea	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	<i>Mooreobdella</i>	<i>fervida</i>
	Gastropoda	Pulmonata	Planorbidae	<i>Planorbis</i>	<i>carinatus</i>
		Basommatophora	Lymnaeidae	<i>Stagnicola</i>	<i>catascopium</i>
				<i>Fossaria</i>	<i>humilis</i>
	Bivalvia	Veneroida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	<i>supinum</i>



نمودار ۳: مقایسه درصد غالبیت کفزیان دریاچه نور در فاصله زمانی مرداد ۱۳۸۷ - تیر ۱۳۸۸



نمودار ۴: مقایسه فراوانی کفزیان غالب در دریاچه ثور و روند تغییرات آنها در فاصله زمانی مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸



نمودار ۵: مقایسه فراوانی گونه‌های غالب در ایستگاههای مورد مطالعه در دریاچه ثور مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸

داد. گونه *Quisadrilus multisetosus* با حداکثر فراوانی ۲۳۹۹/۴۰۵ تعداد نمونه در مترمربع در ایستگاه چهارم و حداقل ۷۵۹/۵۲ تعداد نمونه در مترمربع در ایستگاه اول و میانگین ($\pm$) انحراف معیار) $۱۵۶۲/۹۹ \pm ۷۵۸/۶۰$ تعداد نمونه در مترمربع مشاهده شد. از نظر مکانی ایستگاههای ۴ و ۲ دارای بیشترین ۱۳۵

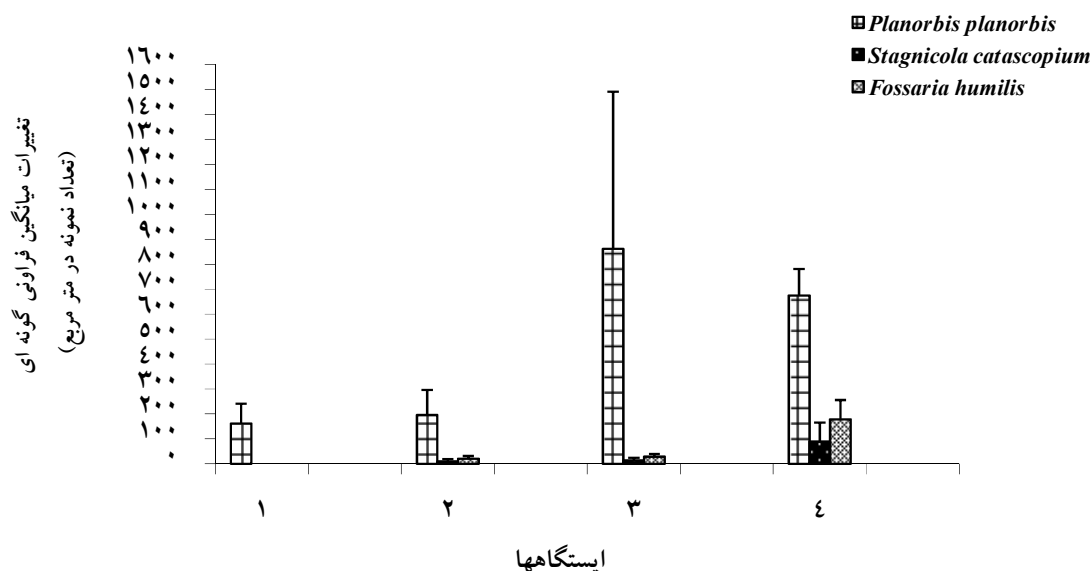
گونه *Pisidium supinum* بیشترین فراوانی را در بین گونه‌های شناسایی شده با حداکثر فراوانی ۲۳۵۴۴/۰۵ تعداد نمونه در ایستگاه چهارم و حداقل آن را با ۱۰۳۸۴/۲۶ تعداد نمونه در مترمربع در ایستگاه سوم با میانگین ($\pm$) انحراف معیار) $۱۵۱۸۱/۰۴ \pm ۵۴۱۷/۴۶$ تعداد نمونه در مترمربع بخود اختصاص

دریاچه در ایستگاههای ۱ با ۳ و ۲ با ۴ شباهت بیشتری نشان داد.

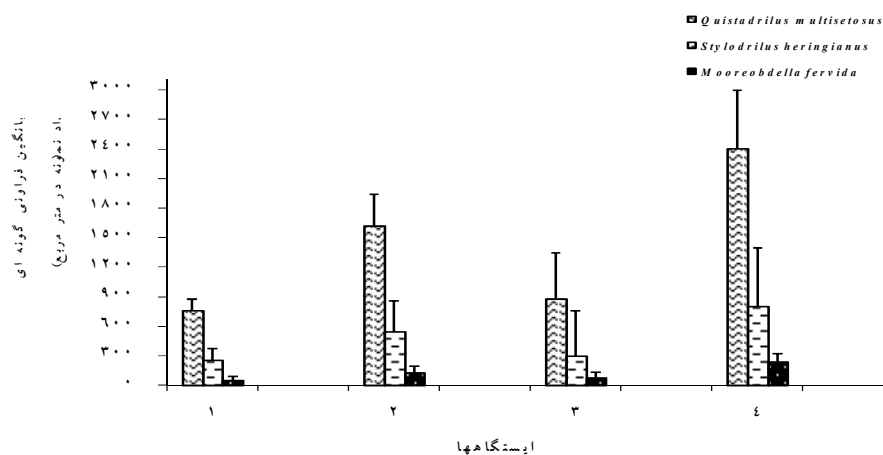
هیچ اختلافی میان پارامترهای شاخص جمعیت، غنای گونه‌ای و فراوانی کفزیان، در مدت مطالعه مشاهده نشد ($P > 0.05$) اما به لحاظ مکانی، میان ایستگاه ۱ و سایر ایستگاهها، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($P < 0.05$).

فراوانی بودند. فراوانی تمام تاکسون‌ها غیر از گونه *Gammarus fasciatus* در ایستگاه ۴ (واقع در دریاچه کوچک) از سایر ایستگاهها بالاتر بود (نمودار ۶).

کمترین فراوانی و تنوع در ایستگاه ۱ مشاهده گردید. دو گونه از شکم پایان دریاچه یعنی *Fossaria humilis*، *Stagnicola catascopium* در ایستگاه ۱ و در مدت بررسی مشاهده نگردیدند. اما ساختار جمعیت کرم‌های کم‌تار و زالی



نمودار ۶: مقایسه پراکنش و فراوانی شکم پایان در ایستگاه‌های مورد مطالعه - دریاچه نئور، مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸



نمودار ۷: مقایسه فراوانی گونه‌های مربوط به شاخه کرم‌های حلقوی در بخش‌های مختلف دریاچه نئور، مرداد ۱۳۸۷ تا تیر ۱۳۸۸

بحث

دریاچه نئور دریاچه‌ای کم عمق در ارتفاع ۲۴۸۰ متری از سطح دریا دارای زمستانها و دوره‌های یخبندان طولانی، از نظر شرایط آب و هوایی در شرایطی مشابه با بخش‌های شمالی و سردسیری منطقه معتدله کره زمین قرار دارد.

در مدت این تحقیق سطح این دریاچه ۵ ماه از سال (از آذر تا اسفند) بطور کامل یخ بست و دمای آبهای سطح آن هرگز از ۱۶/۹ درجه سانتیگراد بالاتر نرفت. الگوهای مشابه نوسانات درجه حرارت و غلظت اکسیژن آبهای سطح و عمق دریاچه در ماههای غیریخبندان نشان می‌دهد، دریاچه در تمام ماهها دارای گردش بوده با نزدیک شدن به دوره یخبندان، یک لایه‌بندی ضعیف و در نهایت با کامل شدن پوشش یخ، دوره سکون دریاچه آغاز می‌گردد (نمودارهای ۲ و ۳). از آنجا که دریاچه‌های چند گردش (Polymictic) اغلب در مناطق گرمسیری قرار دارند و هرگز یخ نمی‌بندند، لذا دریاچه نئور در گروه دریاچه‌های چند گردش ممتد سرد (Continuous Cold Polymictic) قرار دارد. این گروه از دریاچه‌ها در محدوده شمالی مناطق معتدله کره زمین قرار دارند (Wetzel, 2001).

در ساختار جمعیت کفزیان دریاچه نئور مشاهده گردید که گاماروس گونه *Gammarus fasciatus*، کفزی غالب در بستر دریاچه است (نمودارهای ۴ و ۵)، فراوانی آن ۴۹ درصد از کل فراوانی کفزیان دریاچه نئور را بخود اختصاص می‌دهد. این گونه یک کفزی سطح زی (اپی فون)، شاخص آبهای معتدل و کم عمق با جریان آرام و پراکسیژن بوده، قدرت تحمل آن در صورت افزایش دما به بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد به شدت کاهش می‌یابد (Schrum & Meglitsch, 1991)؛ این در حالی است که دمای آب عمق دریاچه نئور در مدت مطالعه از ۱۶/۹ درجه سانتیگراد بالاتر نرفت و آب عمق دریاچه در تمام ماههای غیر یخبندان پراکسیژن و غلظت اکسیژن در آن در حد اشباع (۸/۷۲) یا نزدیک به حد اشباع بود. همچنین میزان قابل توجه تولید اولیه فیتوپلانکتونی و بدنبال آن زئوپلانکتون‌ها و مواد آلی در حال تجزیه با منشا درون دریاچه یا ورود آنها از محیط پیرامون، شرایط غذایی مناسبی را برای *Gammarus fasciatus* در این دریاچه فراهم آورده است. میانگین عمق شفافیت در مدت مطالعه ۳۰ سانتیمتر بود.

دومین کفزی غالب در این مطالعه، دوکفه‌ای *Pisidium supinum* بود (نمودارهای ۶ و ۷). این موجود فیلتر کننده

فیتوپلانکتونها از ستون آب می‌باشد و ضمناً می‌تواند مواد ته‌نشین شده در رسوبات را نیز مصرف کند. این گونه به شرایط یوتروپی بسیار حساس است (Mouthon, 1996; Grigorovich; et al., 2000). تمام گونه‌های جنس *Pisidium* و همچنین *Gammarus fasciatus* شاخص دریاچه‌های کم تا میان تولید (الیگو-مزوتروف) می‌باشند (Mason, 1996; Heino, 2000).

سومین گونه غالب در میان کفزیان دریاچه، کرم کم‌تار *Quistadrilus multisetosus* از خانواده Tubificidae بود. این کفزی اغلب در میان رسوبات غنی از دتریتوس، گیاهان آبی و بویژه محل چشمه‌های زیرزمینی دیده می‌شود (Smith, 2001)، این در حالی است که بیشتر آب دریاچه نئور از طریق چشمه‌های زیرزمینی تامین می‌گردد.

کرم کم‌تار دیگری که در این تحقیق معرفی گردید، گونه *Stylodrilus heringianus* از خانواده Lumbriculidae می‌باشد که اغلب در بستر ناحیه پروفوندال دریاچه‌های الیگوتروف مشاهده می‌شود (Milbrink et al., 2002). فراوانی این کرم در اکوسیستم‌های میان تا پر تولید (مزو-یوتروف) افزایش چندانی نشان نمی‌دهد. از اینرو در دریاچه نئور فراوانی این کرم کم‌تار ناچیز و فراوانی آن به حدود ۱ درصد از کل کفزیان دریاچه رسید.

کفزی منحصر بفرد دیگر که در دریاچه نئور اغلب روی سنگهای نوار ساحل شرقی و هنگامی که دریاچه آرام است در محل چشمه‌های زیرزمینی به راحتی دیده می‌شد، گونه *Mooreobdella fervida* از رده زالوها بود. این زالو شکارچی و رفتگر و از کرمهای کم‌تار و لارو سایر کفزیان تغذیه می‌کند و در اکوسیستم‌های مختلف می‌توان آنها را در ساحل و روی پیکر سایر موجودات مشاهده نمود (Moser et al., 2006).

دو گونه شکم پا *Fossaria humilis* و *Stagnicola catascopium* نیز که اولین بار از ایران و در دریاچه نئور معرفی می‌گردند، قادرند در آبهای کم تولید (الیگوتروف)، میان تولید (مزوتروف) و پر تولید (یوتروف) زندگی کنند. این دو نرم‌تن عموماً براحتی به دریاچه‌ها و برکه‌ها وارد و در بخش‌هایی که گیاه آبی و سایر گونه‌های شکم‌پایان فراوان نباشند، کلنی‌های بزرگ تشکیل می‌دهند (Dillon, 2000). نکته مهم اینکه از این دو نرم‌تن شکم پا هیچ نمونه‌ای در ایستگاه ۱ در دریاچه نئور مشاهده نشد و به نظر می‌رسد این موجودات که فراوانی آنها در

مقایسه با گونه *Planorbis carinatus* (موجود در تمام ایستگاهها) بسیار کم است، از طریق نوار خشکی میان دریاچه به دریاچه نئور وارد شده‌اند (نمودار ۷).

از دیگر موجوداتی که برای اولین بار از زیر یخ‌های سطح دریاچه نئور بدست آمد، می‌توان به *Hypogastrura nivicola* اشاره نمود. این موجود حشره‌ای آبی است که تمام چرخه زندگی خود را بصورت یک رفتگر روی پیکره‌های آب ساکن می‌گذراند و در روزهای گرم زمستان (روزهایی که یخ‌ها در حال ذوب شدن است) روی یخ حرکت می‌کند. این حشره بویژه به حشره‌کش‌ها و سموم دفع آفات گیاهی بسیار حساس می‌باشد، پراکنش آنها در اکوسیستم‌های آبی در تمام نقاط دنیا در حال کاهش است (Kartz et al., 1997). به نظر می‌رسد به همین دلیل در ایران تنها از دریاچه نئور گزارش گردیده‌اند. آخرین حشره آبی که برای اولین بار در ایران و از دریاچه نئور معرفی می‌گردد، گونه *Dasycorixa hybrida* از راسته Hemiptera می‌باشد. این جنس دارای سه گونه است و اطلاعات چندانی در مورد چرخه زندگی و پراکنش آنها وجود ندارد. مطالعه روی بی‌مهرگان آبی، بویژه گونه‌هایی در ایالت ویسکانسین آمریکا نشان می‌دهد که پراکنش این گونه در مقایسه با گذشته کاهش چشمگیر داشته و در فهرست گونه‌های نیازمند به محافظت و نظارت قرار دارد (Kartz et al., 1997). مقایسه تاکسون‌های شناسایی شده در دریاچه نئور اردبیل با مجموعه موجودات شاخص بی‌مهره آبهای جاری ایران (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰) و مجموعه کفزیان شناسایی شده در دریاچه‌های کم‌عمق و دریاچه‌های پشت سد مطالعه شده در ایران، نشان می‌دهد که از مجموع ۴۱ تاکسون شناسایی شده در دریاچه نئور، حضور ۸ گونه، یک خانواده (*Hypogastruridae*) و یک رده (*Entognatha*) برای اولین بار از دریاچه نئور در ایران گزارش می‌شود (جدول ۲). بررسی‌های کتابخانه‌ای حاکی از عدم معرفی این گونه‌ها در دیگر آبهای ایران می‌باشد.

مقایسه و تحلیل آماری ساختار جمعیت کفزیان در ایستگاهها و بخش‌های مختلف دریاچه نئور در مدت مطالعه نشان داد که تنها ایستگاه ۱ (منتهی‌الیه جنوب دریاچه) بدلیل عدم حضور دو گونه *Fossaria humilis*, *Stagnicola catascopium* نسبت به سایر ایستگاهها، جمعیتی متفاوت دارد (نمودار ۸) و تفاوت چندانی بلحاظ ترکیب جمعیت، فراوانی و

الگوهای پراکندگی میان سایر ایستگاهها مشاهده نشد (نمودارهای ۷، ۸ و ۹).

مطالعه روی کفزیان دریاچه‌های الیگوتروف و عمیق نشان می‌دهد تنوع در این دریاچه‌ها بالاست اما در این دریاچه‌ها ناحیه پروفوندال و لیتورال با شرایط اکولوژیک، زیستگاههای متنوعی را بوجود می‌آورند؛ از جمله در دریاچه EÜrigl در آنتالیا ۲۷ گونه متعلق به دو شاخه و ۵ راسته گزارش گردیده است. مطالعه روی کفزیان دریاچه‌های کم‌عمق و یوتروف، از جمله دریاچه کم عمق Geneva (با ۱۰ گونه) نشان می‌دهد تنوع در دریاچه‌های یوتروف پائین است (Banziger, 1995) و در شرایط استثنایی در دریاچه‌های کم‌عمق و یوتروف مانند دریاچه Zwemlust کشور هلند میان بسترهای سنگی و در ناحیه لیتورال تنوع بالا خواهد بود (۳۰ گونه) (Kornijów & Gulati, 1992).

در مطالعه‌ای روی تنوع کفزیان بخشهای مختلف کم‌عمق ناحیه لیتورال دریاچه پشت سد Włocławek مشاهده شد تراکم کفزیان با ۳۱ گونه، در واحد سطح ۳۶۰۰۰ عدد گزارش گردید (Poznańska et al., 2008). تراکم موجودات کفزی در دریاچه‌های پر تولید و کم عمق می‌تواند به ۵۰/۰۰۰ عدد در مترمربع نیز برسد (Wetzel, 2001).

نکته مهم دیگر در دریاچه‌های کم عمق، حرکات، گردش‌های ممتد و ناپایداری سطح مشترک آب و رسوب و نقش مهمی است که واکنش متقابل دو محیط آب و رسوب در دینامیک نوترینتها بر عهده دارند. از این نقطه نظر دریاچه‌های کم‌عمق به دو گروه تقسیم می‌شوند:

در یک گروه از آنها بدلیل شرایط مورفومتریکی، هیدرولوژیک و دانه‌بندی خاص بستر، تعلیق ممتد رسوبات بخوبی انجام می‌شود و فرآیند معدنی شدن در لایه سطحی ناپایدار مواد آلی موجود روی بستر براحتی و بشدت انجام می‌شود و لذا تولید اولیه فیتوپلانکتونی در این گروه از دریاچه‌ها بسیار بالاست. (Vicente et al., 2006).

در گروه دیگر، بالعکس القاء تعلیق مجدد رسوبات توسط باد، با محدودیت‌های فیزیکی مواجه می‌باشد، که این محدودیت‌ها می‌تواند ناشی از درشت و سخت بودن رسوبات بستر یا حضور گیاهان آبی باشد. در هر صورت ماهیت و ترکیب پیچیده‌تر مواد آلی در بستر این دریاچه‌ها به گونه‌ای است که منجر به گردش و تجزیه کمتر مواد در ستون آب می‌گردد (Vicente et al., 2006).

در نهایت بنظر می‌رسد که تعداد گونه‌های کفزیان دریاچه نئور کم اما متعلق به گروه‌ها و شاخه‌های متنوع می‌باشند. تعداد کم گونه‌ها بیشتر ناشی از آن است که در این دریاچه زیستگاه‌ها در ایستگاههای مورد مطالعه دارای شرایط تقریباً یکسان بوده، از سوی دیگر کفزیان این دریاچه بدلیل عمق کم، مانند تمام دریاچه‌های کم‌عمق، بیشتر در معرض و تحت تاثیر متغیرهای محیطی حاکم بر دریاچه (میانگین درجه حرارت سالانه، غلظت اکسیژن) قرار می‌گیرند و بنابر این

شرایط مناسب دما و غلظت بالای اکسیژن شرایط را برای غالبیت گونه‌هایی خاص (*Pisidium supinum* و *fasciatus Gammarus*) فراهم آورده است.

اما نوع گونه‌های غالب و درصد فراوانی آنها (*Gammarus* *Pisidium supinum fasciatus* و *Stylodrilus heringianus*)، به خوبی منعکس کننده شرایط اکولوژیک دریاچه، یعنی وضعیت تروفی مناسب و عدم وجود آلاینده‌های آلی و کشاورزی در منطقه می‌باشد.

جدول ۲: مقایسه بی‌مهرگان شناسایی شده در دریاچه نئور و سایر اکوسیستم‌های آبی ایران (تاکنون)

منابع	دریاچه	Hirudinea (زالوها)	Oligochaeta (کم تاران)	Gastropoda (شکم پایان)	Bivalvia (دوکفه‌ای‌ها)	insecta (حشرات)	Entognatha (درون آرواره ها)
تحقیق حاضر	نئور	Erpobdellidae <i>Mooreobdella fervida</i>	Tubificidae <i>Quistadrilus multisetosus</i>	Lumbriculidae <i>Stylodrilus heringianus</i>	Sphaeriidae <i>Pisidium supinum</i>	Corixidae <i>Dasycorixa . hybrida</i>	Hypogastruridae <i>Hypogastrura nivicola</i>
باقری، ۱۳۷۸	چغاخور	-	-	Lumbriculidae	Sphaeriidae	-	-
خداپرست، ۱۳۷۴	انزلی	<i>Helobdella stagnalis</i>	Tubificidae	<i>Lumbriculus vareigatus</i>	-	-	-
وثوقی، ۱۳۸۴	زریوار		Tubificidae	Lumbriculidae	Sphaeriidae	-	-
فاطمی، ۱۳۷۸	کافت		Tubificidae	Lumbriculidae	Sphaeriidae	-	-
عبدالملکی، ۱۳۸۱	پشت سد ارس	-	Tubificidae	Lumbriculidae	-	-	-
احمدی، ۱۳۸۰	آبهای جاری ایران	<i>Erpobdella octoculata</i>	<i>Tubifex</i>	- <i>Limnaea. auriculata Limnaea. peregra</i>	<i>Pisidium. amnicum</i>	-	-

منابع

- احمدی، م.ر. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آبهای جاری. انتشارات خیبر، ۲۴۴ صفحه.
- باقری، س.، ۱۳۷۸. شناسایی و تعیین توده زنده فون بنتیک تالاب چغاخور. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۸، صفحات ۳۷ تا ۵۳.
- خداپرست، س.، ۱۳۷۴. گزارش کامل پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی در سال ۱۳۷۲. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان.
- عبدالملکی، ش. و باقری، س.، ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی مهرگان کفزی دریاچه ارس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۱، صفحات ۱ تا ۱۱.
- فاطمی، م.ر.، ۱۳۷۸. گزارش کامل مطالعات جامع دریاچه کافت. سازمان شیلات ایران، ۹۸ صفحه.
- مددی، ع.؛ رضائی مقدم م.ح. و رجائی، ع.ح.، ۱۳۸۳. پژوهشی در تکامل ژئومورفولوژی دریاچه نئور، شمال غرب ایران منطقه اردبیل. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مجله علمی پژوهشی، دانشگاه امیرکبیر، شماره ۷۴، صفحات ۹۲ تا ۱۰۳.
- وثوقی، ع.، ۱۳۸۴. گزارش کامل مطالعات جامع دریاچه زریوار مریوان. سازمان شیلات ایران، ۷۶ صفحه.
- APHA, AWWA, WPCE, 2007. Standard methods for the examination of water and wastewater. 3rd edn. Washington DC, USA.
- Ba"nziger R., 1995. A comparative study of the zoobenthos of eight land-water interfaces (Lake of Geneva). Hydrobiologia, 300/301, 133-140.
- Dillon Jr., 2000. The ecology of freshwater molluscs. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 532P.
- Geoffrey R.S., Vaala D.A. and Haley A.D., 2001. Distribution and abundance of macro-invertebrates within two temporary ponds. Hydrobiologia, 497:161-167.
- Grigorovich I.A, Kornishin A.V. and MacIsaac H.J., 2000. Moitessier's pea clam *Pisidium*
- moitessierianum* (Bivalvia, Sphaeriidae): A cryptogenic mollusk in the Great Lakes. Hydrobiologia; 435:153-165.
- Heino J., 2000. Lentic macroinvertebrate assemblage structure along gradients in spatial heterogeneity, habitat size and water chemistry. Hydrobiologia, 418:229-242.
- Kratz T.K., Webster K.E., Bowser C.J., Magnuson J.J. and Benson B.J., 1997. The influence of landscape position on lakes within northern Wisconsin. Limnology and Oceanography, 41:977-984.
- Kornijó'w R. and Gulati R.D., 1992. Macrofauna in relation to its ecology in Lake Zwemlust, after biomanipulation. I. Bottom fauna. Archives of Hydrobiologia, 123:337-347.
- Mason C.F., 1996. Biology of freshwater pollution. 2nd edition. Longman, Harlow.
- McCafferty W.P., 1981. Aquatic entomology. Jones & Bratlett Publishers. 448P.
- Merrit R.W. and Cummins K.W., 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd edition. Kendell/Hunt Publishing Company, Iowa. 862P.
- Milbric G., Timm T. and Lundberg S., 2002. Indicative profundal oligochaete assemblages in selected small Swedish lakes. Hydrobiologia, 468:53-61.
- Moser W.E., Klemm D.J., Richardson D.J., Weeler B.A., Truth S.E. and Daniels B.A., 2006. Leeches (Annelida: Hirudinida) of Northern Arkansas. Journal of the Arkansas Academy of Science, 60:84-95.
- Mouthon J., 1996. Molluscs and biodegradable pollution in rivers: Proposal for a scale of

- Canadian Journal of Zoology, 57(9):1736-1744.
- Tolonen K.T., Hämäläinen H., Holopainen I.J. and Karjalainen J., 2001.** Influences of habitat type and environmental variables on littoral macroinvertebrate communities in a large lake system. Arch Hydrobiol, 152: 39–67.
- Varga I., 2003.** Structure and changes of macroinvertebrate community colonizing decomposing rhizome litter of common reed at Lake Ferto/Neusiedler See (Hungary). Hydrobiologia, 506/509:413–420.
- Vicente I., Amores V., Cruz-Pizarro F., 2006.** Instability of shallow lakes: A matter of the complexity of factors involved in sediment and water interaction?, Limnetica, 25(1-2):253-270.
- Wetzel R.G., 2001.** Limnology, lake and river ecosystems. San Diego, USA: Academic Press. 1006P.
- Wright J.F., Sutcliffe D.W. and Furse M.T., 2000.** Assessing the biological quality of freshwaters. RIVAPS and other techniques. Freshwater Biological Association. 373P.
- sensitivity of species. Hydrobiologia, 317: 221-229.
- Peeters E.T., Gylstra H.M. and Vos J.H., 2004.** Benthic macroinvertebrate community structure in relation to food and environmental variables. Hydrobiologia, 519:103-115.
- Poznańska M., Kobak J., Wolnomiejski N. and Kakareco T., 2008.** Shallow-water benthic macroinvertebrate community of the limnic part of a lowland Polish dam reservoir. Limnologica, 39:163–176.
- Rosenberg D.M. and Resh V.H., 1992.** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 46P.
- Schrum F.R. and Meglitch P.A., 1991.** Invertebrate zoology. Third Edition, Oxford University Press, USA. 640P.
- Smith D.G., 2001.** Pennak's freshwater invertebrates of the United States. 638P.
- Smith J.D. and Lankester M.W., 1979.** Development of swim bladder nematodes. Development of swim bladder nematodes *Cystidicola* spp. in their intermediate hosts.

Macro-benthic population structure in Neor Lake, Ardebil province

Mosavi Nadoshan R.⁽¹⁾; Samanpazhoh M.^{(2)*}; Emadi H.⁽³⁾ and Fatemi S.M.R.⁽⁴⁾

mahdissp@hotmail.com

1,2,3- Faculty of Marine Science & Technology, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Faculty of Marine Science & Technology, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: July 2010

Accepted: September 2011

Keywords: Macro-invertebrates, Population structure, Assessment, Shallow lake, Lake Neor

Abstract

Macro-invertebrates play a key role in freshwater lentic and lotic ecosystems. Lake Neor is located in northwest of Iran, southeast of Ardebil city, 2480m above the sea level. Limnological data about lake is incomplete. This tectonic lake is known to have a unique macro-invertebrate fauna. In order to describe the zoo-benthic community of the lake more completely, the present study was conducted during a period of one year from August 2008 to July 2009 with the exception of 3 months during the 5 months the lake is covered by ice. The benthic assemblage was sampled monthly from four sites and these fauna were found to be very limited with a total of 11 species belonging to 10 families, 10 orders, 7 classes and 3 phyla. Eight species were identified and recorded for the first time in the lake and in Iran. *Gammarus fasciatus*, *Pisidium supinum* and *Quistadrilus multisetosus* were the dominant benthic species representing more than 49, 43 and 5 percent of the total benthic fauna. Almost all benthic species showed the same intra-annual, seasonal and spatial pattern. The highest density was found in station 4, near the outlet, in July. The maximum abundance of total population of macro-benthoses in Neor lake was composed of 41872.75 pieces in a sample per square meter in September and the minimum with 28177.08 pieces in March. Dissolved oxygen, temperature and habitat homogeneity seemed to be the main environmental factors affecting community indices in Lake Neor.

*Corresponding author