محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۴۷۴-۴۶۱

مطالعهٔ مصب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در استان گیلان براساس جوامع کفزیان

علی‌رضا میرزاجانی[1*]، احمد قانع[2]، سید حجت خداپرست[3]، سید قاسم قربانزاده زعفرانی[4] امید صدیقی سوادکوهی[5]

۱،۲،۳. عضو هیئت علمی مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکدهٔ آبزی‌پروری آب‌های داخلی (بندر انزلی)

۵،۴. گروه اکولوژی دریا- معاونت محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۳- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۳/۶)

چکیده

آب‌های مناطق ساحلی، به‌ویژه مصب‌ها از جمله مناطق با توان تولید بالا قلمداد می‌شوند که تحت‌تأثیر ورود انواع آلودگی‌ها در مسیر زوال و نابودی قرار دارند. اکوسیستم‌های مصب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در شمال کشور از نظر جانوران کفزی و شاخص‌های کیفی مرتبط کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، بررسی مصب ۱۸ رودخانهٔ منتهی به دریای خزر در استان گیلان با استفاده از جوامع کفزیان مورد توجه قرار گرفت. در مصب هر رودخانه ۸ ایستگاه تعیین شد که طی سه دورهٔ زمانی زمستان ۱۳۸۷، بهار و تابستان ۱۳۸۸ نمونه‌برداری و شناسایی شدند. ارزیابی زیستی و بررسی کیفی آب مناطق با استفاده از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون- وینر و شاخص زیستی هیلسنهولف انجام شد. نتایج محاسبهٔ شاخص تنوع شانون- وینر در رودخانه‌های مختلف نشان داد که رودخانه‌های آستارا و لمیر به‌ترتیب کمترین و بیشترین تنوع موجودات را داشتند. ایستگاه‌های رودخانه‌ای (۱ و ۲) کمترین مقدار و ایستگاه‌های دور از ساحل (۵، ۶ و ۷) بیشترین مقدار شاخص تنوع را داشتند. براساس رتبه‌بندی کیفی آب با میانگین شاخص بیولوژیک هیلسنهولف، ایستگاه‌های ۱و ۲ با سایر ایستگاه‌ها تفاوت معنادار نشان داده بودند و کیفیت نسبتاً ضعیف داشتند. مصب رودخانه‌های خطبه‌سرا، ناورود، حشمت‌رود و شیرآباد کیفیت خوب و بیشتر مناطق وضعیت متوسطی داشتند. در شمای کلی رودخانه‌های غرب منطقهٔ بررسی‌شده از وضعیت کیفی مطلوب‌تری برخوردار بوده است که در ارتباط با خصوصیات بیولوژیک بی‌مهرگان کفزی، شرایط متفاوت حاکم در فصول بررسی‌شده، گسترهٔ حوزهٔ آبخیز و مرفولوژی رودخانه ها تفسیر شده‌اند.

کلیدواژگان: ارزیابی زیستی، تنوع، شاخص بیولوژیک، رودخانه‌های دریای خزر، ماکروبنتوز، مصب

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۱۳۴۴۴۲۴۰۵۵، فکس: ۰۱۳۴۴۴۲۳۰۷۰
Email: ar_mirzajani@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

دریای خزر با توجه به موقعیت جغرافیایی، وسعت، وجود منابع زیر زمینی و جانوری همواره کانون توجهات جهانی قرار داشته است. از حدود ۴۴۰۰ کیلومتر خط ساحلی دریای خزر، ۸۲۰ کیلومتر آن در ایران قرار گرفته است درحالی‌که کمتر از ۱۰ درصد مساحت حوزهٔ آبریز آن و تنها ۸ درصد کل آب ورودی آن از ۳۵۰ رودخانهٔ کوچک و بزرگ در خاک ایران تأمین می‌شود، درنتیجه به همان نسبت در آلودگی یا بار رسوبی وارده به این دریا می‌توانند نقش ایفا کنند (Kardavani, 1997 , Alizade, 2004).

اگرچه مصب رودخانه‌های حاشیهٔ جنوبی از نوع مصب‌های زبانهٔ آب شور با وسعت جزر و مدی اندک (Little, 2000) هستند اما همچنان ازجمله مناطق با توان تولید بالا قلمداد می‌شوند که بیش از ۸۰ درصد ذخایر دریایی را تولید می‌کنند (Afshin, 1994). درعین‌حال حیات رودخانه‌های وارده به دریای خزر و مصب‌های آن همواره در معرض زوال و نابودی قرار داشته که بیشتر متأثر از تغییرات حوزهٔ آبخیز، ورود انواع فاضلاب‌ها و آلودگی‌های صنعتی، نفتی و ورود بعضی گونه‌های آبزی غیربومی بوده است. کاهش گسترهٔ جنگل و مرتع و افزایش اراضی کشاورزی و شهری از نمونه‌های بارز تغییر کاربری اراضی بوده است که به طور مثال در رودخانه کرگان‌رود (Sheikh Goodarzi *et al.*, 2012) مشاهده شده است. بدون تردید کسب اطلاعات زیستی و غیرزیستی این اکوسیستم‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد.

بررسی کیفی آب‌ها با نمایه‌های متعددی قابل سنجش است (Marques *et al.*, 2008) که انتخاب نمایهٔ مناسب از موضوعات چالش‌برانگیز نیز به‌شمار می‌رود (Borja & Dauer, 2008). در ارتباط نمایه‌هایی همچون OWQI [1] وNSFWQI [2] عمدتاً برپایهٔ فاکتورهای هیدروشیمی استوار بوده است (Islam *et al.*, 2011 ،Cude, 2001 ، Oram, , 2011). در این پژوهش بررسی کیفی مصب رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در استان گیلان با استفاده از جوامع کفزیان و شاخص زیستی مورد توجه قرار گرفته است. ماکروبنتوزها از نظر چرخهٔ غذایی از مصرف‌کنندگان اولیه‌اند و از محتوای پلانکتونی و یا از مواد آلی رسوبات و دیتریت‌های بستر آبگیرها تغذیه می‌کنند و درعین‌حال خود تغذیهٔ بسیاری از شکارچیان و طعمه‌خواران به‌خصوص ماهیان می‌شوند (Jonasson, 1975). علاوه بر نقش مستقیمی که در زنجیرهٔ غذایی دارند در چرخهٔ مواد مغذی مانند فسفر و نیتروژن نقش بسزایی دارند (Feminella, 1999)، ازآنجا که هر گونه آلودگی در منابع آبی به طور مستقیم روی موجودات آبزی تأثیر می‌گذارد (Cairns & Dickson, 1971)، می‌توان با در نظر گرفتن موجودات آبزی در هر زیستگاه کیفیت آب را براساس شدت آلودگی مواد آلی ارزیابی کرد. امروزه ارزیابی کیفی محیط‌های آبی توسط موجودات کفزی از مهم‌ترین و رایج‌ترین کاربرد آن‌ها محسوب می‌شود که در چارچوب قراردادها و پروتکل‌های ارزیابی زیستی (Bode, 1996 , Taylor, 1997 , Barbour *et.al*, 1999 , Hynes, 1998 , Overton, 2001, Marques *et al.*, 2008, Borja *et al.*, 2008, Dauvin, 2007) استفاده شده‌اند.

به‌رغم اهمیت ویژهٔ اکوسیستم‌های رودخانه‌ای و ساحلی شمال کشور، از نظر جانوران کفزی و شاخص‌های کیفی، کمتر مورد توجه قرار گرفته و تنها به برخی مطالعات موردی و پراکنده محدود شده است. مطالعهٔ حاضر تنها بخشی از مطالعهٔ جامعی است که توسط سازمان حفاظت محیط زیست کشور سازماندهی شد و از آن نظر اهمیت دارد که تعداد زیادی از رودخانه‌های حاشیهٔ جنوب غربی دریایی خزر در زمانی واحد بررسی شده و ابتدا بخشی از نبود یا کمبود اطلاعات لازم را که طی سالیان متمادی احساس می‌شده است فراهم خواهد کرد چراکه وضعیت اکولوژیک و پراکنش ماکروبنتوزها در کرانه‌های جنوبی دریای خزر به‌خوبی مشخص نبوده و پژوهشگران در اولین قدم‌ها با ضعف اطلاعات مواجه‌اند. همچنین با فراهم آوردن اطلاعات تنوع زیستی و شاخص‌های کیفی در مقطع زمانی خاص، امکان مقایسهٔ این اکوسیستم‌ها را در زمان‌های آینده در مواجه با تغییرات حوزهٔ آبخیز و برخی کاربری‌ها

1. Oregon Water Quality Index
2. National Sanitation Foundation Water Quality Index

Archive of SID

www.SID.ir

فراهم خواهد کرد. به طور مثال برای ارزیابی آثار زیست‌محیطی کاربری‌هایی همچون توسعهٔ پرورش ماهی در قفس نیاز وافری به وضعیت تنوع زیستی و تغییرات آن قبل و بعد از احداث وجود دارد، انجام مطالعهٔ فعلی اطلاعات مورد نیاز چنین طرح‌هایی را فراهم خواهد کرد.

۲. مواد وروش‌ها

۱.۲ منطقهٔ مطالعه‌شده

نواحی مصبی ۱۸ رودخانه در استان گیلان از آستارا تا چابکسر (شکل۱) منطقهٔ مطالعاتی این بررسی را تشکیل داده‌اند. در هر یک از رودخانه‌های آستارا، چله‌وند، لمیر، حویق، شیرآباد، خطبه‌سرا، لیسار، کرگان‌رود، ناورود، نوکنده، شفارود، انزلی، امیر بکنده، سفیدرود، حشمت‌رود، لنگرود، پل‌رود و خشکه‌رود، ۸ ایستگاه در نظر گرفته شده است، به‌طوری‌که ایستگاه‌های ۱ و ۲ در محل رودخانه و حداکثر در فاصلهٔ هزار متری از خط ساحلی قرار داشتند. سایر ایستگاه‌ها داخل دریای خزر به صورت حلقه و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت مرتب شدند. موقعیت مکانی مصب رودخانه‌ها در شکل۱ نشان داده شده و موقعیت ایستگاه‌ها در سه مصب شیرآباد، انزلی و حشمت‌رود بزرگنمایی شده‌اند.

۲.۲. نمونه‌برداری و شناسایی ماکروبنتوزها

در هر ایستگاه به وسیلهٔ دستگاه ون وین گراب ۴۰۰ سانتی‌مترمربعی طی فصول زمستان ۱۳۸۷، بهار و تابستان ۱۳۸۸ نمونه‌برداری با ۳ تکرار انجام شد، نمونه‌ها پس از شست‌وشوی اولیه در ظروف پلاستیکی با فرمالین ۴ درصد تثبت شدند، در آزمایشگاه با الک‌های چشمه ۰/۵ میلی‌متر مجدداً شست‌وشو شده و پس از تفکیک شدن، براساس کلیدهای شناسایی دسترس و مناسب، تا حد جنس یا خانواده و دربارهٔ برخی خانواده‌ها تا حد گونه شناسایی شدند. برخی از این منابع شامل (Jessup, 1999)، (Macan, 1968)، (Pennak, 1953)، (Needham & Needham, 1962)، (Stock, 1974)، (Usinger, 1963)، (Birstein & Romanova, 1968)، (Logvinenko & Starobogatov, 1968)، (Meritt *et al.* 2008) بودند. نمونه‌های خانوادهٔ شیرونومیده با استفاده از منابع (Pankratova, 1977 , Pankratova, 1970 , Pankratova, 1983 , Bolton, 2007) و با تهیهٔ اسلاید از قسمت دهانی شناسایی شدند.

۳.۲. تجزیه و تحلیل اطلاعات

در سازماندهی اطلاعات از نرم‌افزارهای Excel و spss v.13 استفاده شد. در تجزیه و تحلیل فراوانی کفزیان از مناطق و زیستگاه‌های بررسی‌شده، نمایه‌های اکولوژیک که در پروتکل ارزیابی زیستی آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده[1] ذکر شده است، استفاده شد. این شاخص‌ها شامل تنوع گونه‌ای شانون- وینر (Krebs, 1998 , Ludwig & Reynolds, 1982) و شاخص زیستی هیلسنهولف (Hilsenhoff, 1988) بودند. شاخص‌های تنوع توسط نرم‌افزار غنا و تنوع گونه‌ای SDR-IV[2] (Seaby and Henderson, 2007) محاسبه شدند. همچنین براساس شاخص‌های یادشده طبقه‌بندی کیفی آب (Hilsenhoff ,1988 , Marques *et al.*, 2009) انجام گرفت.

برای مقایسه و آزمون تفاوت معنادار بودن مقادیر شاخص‌ها در ایستگاه‌ها و مناطق براساس فصول از آنالیز واریانس دوطرفه Two ways ANOVA و آزمون مقایسهٔ زوج میانگین‌های توکی و دانکن استفاده شد.

۳. نتایج

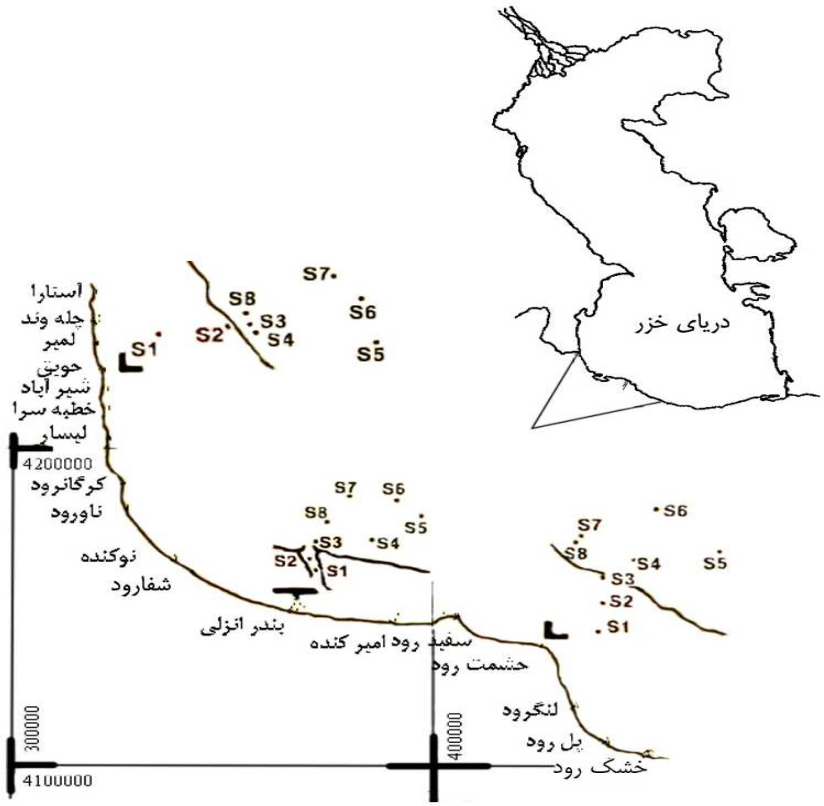
در این بررسی جمعاً ۱۵ رده یا راسته ماکروبنتوزی متعلق به ۳۶ خانواده شناسایی شد. همان‌طور که از جدول۱ پیداست، از خانوادهٔ Chironomidae که در ۶ زیرخانواده طبقه‌بندی شده‌اند، ۲۶ جنس؛ و از سایر خانواده‌ها ۴۳ جنس فهرست شده‌اند (جدول۱).

آنالیز واریانس دوطرفه نبود تفاوت معنادار شاخص تنوع و شاخص زیستی را در مناطق مختلف نشان داده است (جدول۲). محاسبهٔ شاخص تنوع شانون- وینر در رودخانه‌های مختلف نشان داد که رودخانهٔ آستارا و

1. United States Environmental Protection Agency
2. Species Diversity and Richness IV

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱. موقعیت جغرافیایی مصب رودخانه‌ها در ساحل جنوب غربی دریای خزر
(موقعیت ایستگاه‌ها در سه مصب شیرآباد، انزلی و حشمت‌رود بزرگنمایی شده است)

حشمت‌رود با مقدار کمتر از ۰/۷ و رودخانهٔ لمیر در حد نزدیک به ۱/۵ به‌ترتیب کمترین و بیشترین تنوع موجودات را داشتند. به وسیلهٔ آزمون مقایسهٔ میانگین دانکن، رودخانهٔ آستارا از یک‌سو و رودخانهٔ لمیر از سوی دیگر با بسیاری از مناطق تفاوت معنادار نشان دادند (شکل۲). نتایج سنجش شاخص بیولوژیک هیلسنهولف نشان داد که رودخانه‌های خطبه‌سرا، ناورود، حشمت‌رود و شیرآباد کمترین میانگین شاخص در حد ۵ و رودخانه‌های خشکه‌رود و نوکنده و ناحیهٔ بندرانزلی بیشترین میانگین در حد ۶ را داشتند. بررسی این شاخص‌ها برحسب ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنادار آن‌ها را نشان داده است (جدول۲). ایستگاه‌های بالادست (۱، ۲ و ۳) دارای کمترین مقدار و ایستگاه‌های دور از ساحل (۵، ۶ و ۷) دارای بیشترین مقدار شاخص تنوع بوده و تفاوت معنادار بین ایستگاه‌های مذکور مشاهده شد (شکل۳). همچنین بیشترین میزان شاخص بیولوژیک در ایستگاه‌های ۱ و۲ با مقدار میانگین بالای ۷ و کمترین شاخص در سایر ایستگاه‌ها با میانگین کمتر از ۵، مشاهده شده است (شکل۳). آزمون مقایسهٔ میانگین توکی، تفاوت معنادار شاخص بیولوژیک ایستگاه‌های ۱و ۲ با سایر ایستگاه‌ها را نشان داده است.

شکل۴ مقادیر شاخص‌ها را در فصول مختلف نشان می‌دهد به‌طوری‌که فصل بهار بیشترین میزان شاخص تنوع و کمترین میزان شاخص بیولوژیک مشاهده می‌شود. ضمن ثابت بودن شاخص تنوع در فصول مختلف شاخص بیولوژیک طی زمستان از مقدار بیشتری برخوردار بوده است. با توجه به ماهیت متفاوت دو شاخص بیشترین تفاوت میانگین‌ها در فصل بهار مشاهده می‌شود که نشان‌دهندهٔ وضعیت کیفی مطلوب‌تر بوده است. با نزدیک شدن دو شاخص بر اثر کاهش شاخص تنوع و افزایش شاخص زیستی در دو فصل دیگر، کیفیت محیط ضعیف‌تر شده است (شکل۴).

Archive

www.SID.ir

جدول ۱. فهرست جنس‌ها و گونه‌های شناسایی‌شده در مصب رودخانه‌های استان گیلان

رده یا راسته	خانواده	جنس	گونه
Polychaeta	Nereidae	*Hediste*	*diversicolor*
	Ampharetidae	*Hypaniola* *Hypania*	*kowalewskii* *invalida*
	Spionidae	*Streblospio*	*gynobranchiata*
Oligochaeta	Naididae Tubificidae Naididae Lumbriculidae	*Nais* *Limnodrilus* *Stylaria* *Lumbriculus*	*michaelseni*
Cirripedia	Balanidae	*Balanus*	*improvisus*
Cumacea	Pseudocumatidae	*Pterocuma* *Pseudocuma* *Stenocuma*	*pectinata* *leave* *gracilioides*
Isopoda	Asellidae	*Asellus*	*aquaticus*
Amphipoda	Pontogammaridae	*Paraniphargoides* *Pontogammarus*	*motasi* *maeoticus* *borceae*
		Niphargogammarus	*borodini* *compressus*
		Stenogammarus	*macrurus*
	Behningiellidae	*Cardiophilus*	*baeri*
Plecoptera	Capniidae Taeniopterygidae	*Capnia* *Taenopteryx*	
Ephemeroptera	Ephemerellidae Baetidae Heptageniidae	*Ephemerlla* *Baetis* *Heptagenia*	*rhodani*
Trichoptera	Limnephilidae	*Neophylax* *Astenophylax*	*latipenis*
	Hydropsychidae	*Hydropsyche* *Parapsyche*	
	Rhycophilidae	*Rhyacophila*	
Coleoptera	Elmidae	*Narpus* *Zaitzevia*	
Odonata	Libellulidae	*Plathemis*	
Hemiptera	Corixidae		
Bivalvia	Cardiidae Dreissenidae Mytilidae	*Cerastoderma* *Dressina* *Mytilaster*	*glucaum* *rostiformis* *lineatus*
Gastropoda	Physidae Limnaeidae Pyrgulidae	*Physa* *Radix* *Pyrgohydrobia*	*acuta* *peregev*

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱. فهرست جنس‌ها و گونه‌های شناسایی‌شده در مصب رودخانه‌های استان گیلان

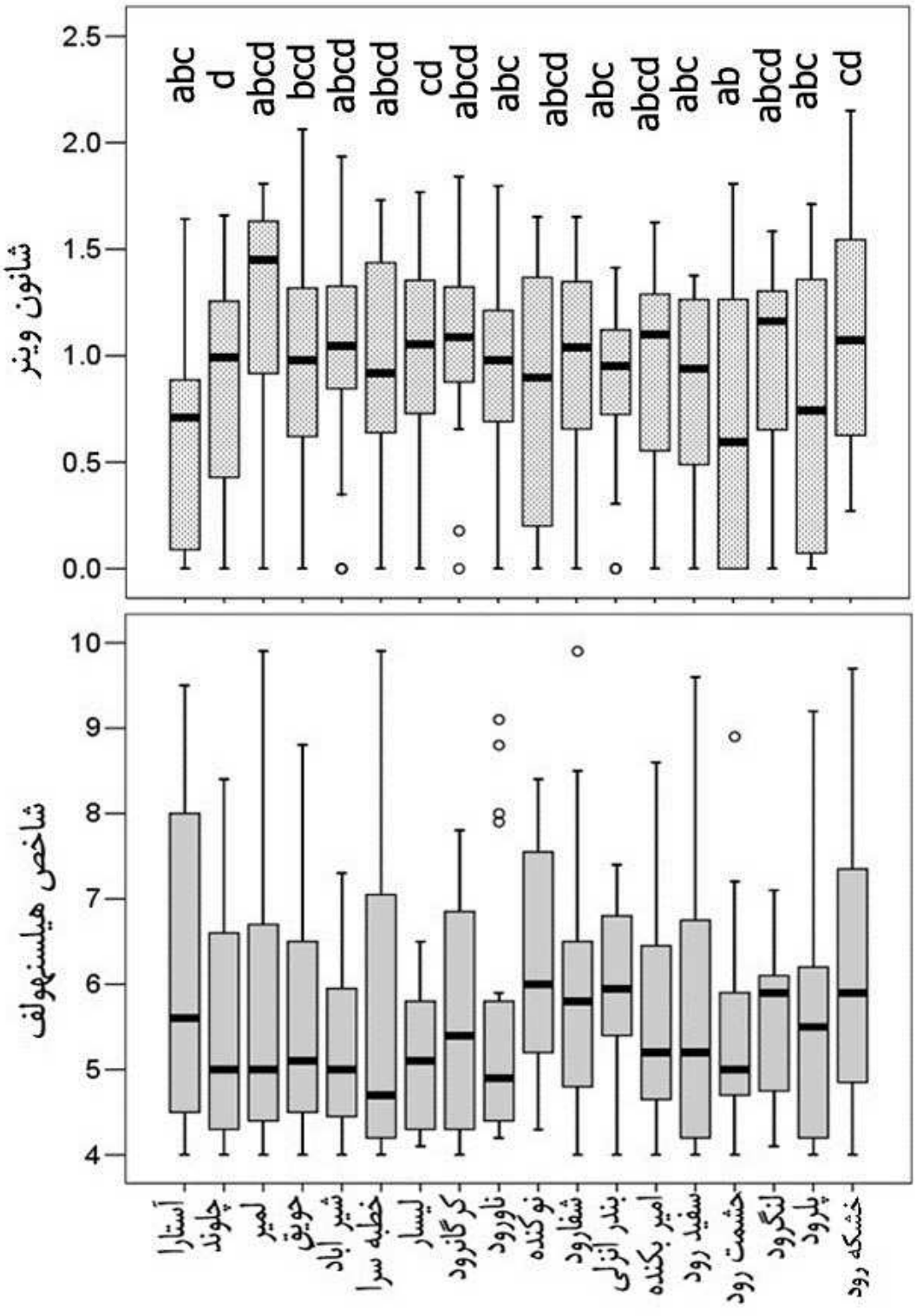
راسته	خانواده	زیرخانواده	جنس
Diptera	Athericidae		*Atherix*
	Ceratopogonidae		*Culicoides*
	Empididae		*Wiedemannia*
	Simuliidae		*Simulium*
	Limoniidae		*Antocha*
	Muscidae		*Limnophora*
	Chironomidae	Tanypodinae	*Procladius*
			Tanypus
			Macropelonia
			Apsectrotanypus
			Telmatopelopia
		Tanytarsini	*Tanytarsus*
		Orthocladiinae	*Limnopheys*
			Brillia
			Trissocladius
			Eukifferiella
			Orthocladius
			Cricotopus
			Paratrichocladius
		Chironominae	*Paratanytasus*
			Cladotanytarsus
			Chironomus
			Cryptochironomus
			Glyptotendipes
			Polype`dilum
			Paratendipes
			Leptochironomus
			Cryptocladopelma
			Eudochironomus
			Others
		Diamesinae	*Diamesa*
		Prodiamesinae	*Prodiamesa*

جدول۲. نتایج آنالیز واریانس دوطرفهٔ شاخص‌های تنوع و بیولوژیک در مناطق و ایستگاه‌های مختلف

سطح معنادار	سطح معنادار	درجهٔ آزادی	F	سطح معنادار
مناطق	شاخص بیولوژیک	۱۷	۱/۳۹	۰/۱۴۲
	شاخص تنوع شانون		۱/۵۵	۰/۰۷۷
ایستگاه‌ها	شاخص بیولوژیک	۷	۲۷/۲۲	۰/۰۰
	شاخص تنوع شانون		۳/۰۴	۰/۰۰۴
ایستگاه * مناطق	شاخص بیولوژیک	۱۱۹	۱/۲۸	۰/۰۵۷
	شاخص تنوع شانون		۰/۶۴	۰/۹۹۶

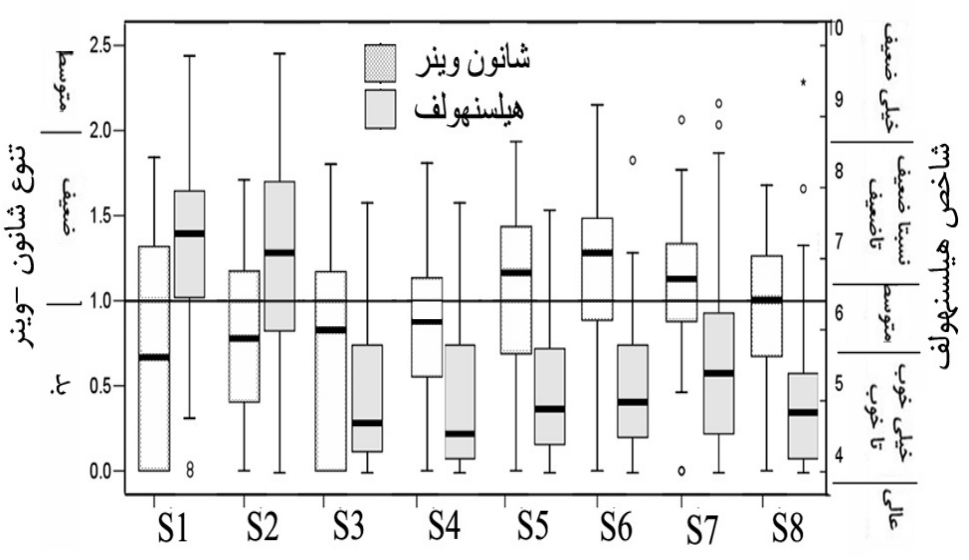
Archive of SID

www.SID.ir

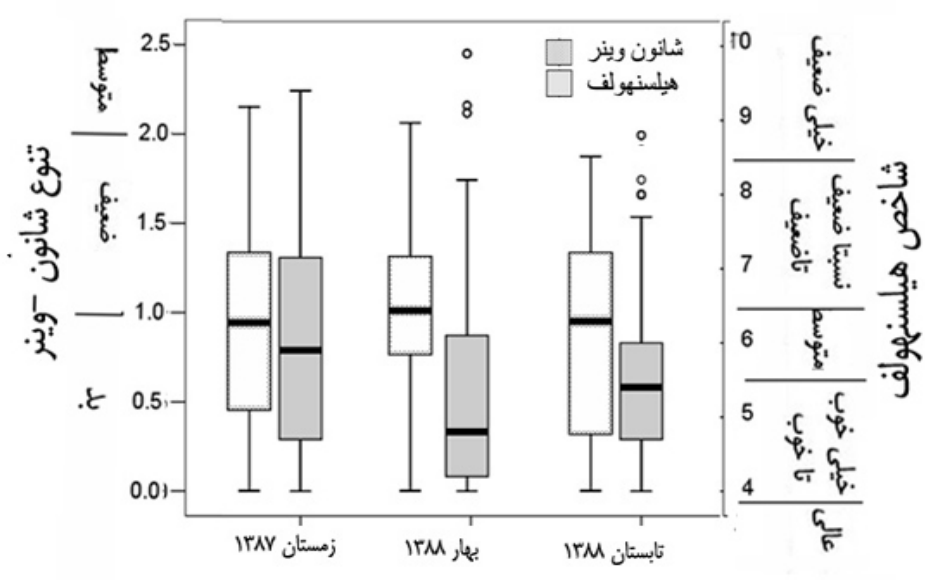


شکل۲. مقادیر شاخص‌های تنوع و بیولوژیک در مناطق بررسی‌شده (حروف بیانگر گروه‌های همگن است)

www.SID.ir



شکل۳. مقادیر شاخص‌های بیولوژیک و تنوع به همراه طبقه‌بندی کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف



شکل۴. مقادیر شاخص‌های بیولوژیک و تنوع به همراه طبقه‌بندی کیفی آب طی فصول مختلف

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ایستگاه‌های رودخانه‌ای (۱ و ۲) این بررسی که در انتهایی‌ترین قسمت رودخانه واقع شده‌اند از کمترین مقدار شاخص تنوع و بالاترین شاخص بیولوژیک برخوردار بودند (شکل۳). تغییر تنوع در پروفیل طولی برخی از این رودخانه‌ها قبلاً مطالعه شده (Jamalzad & Afraz, 1995 ; Maleki Shomali & Abdolmaleki , 1996 ; Ghaneh *et al.*, 2006) و روند متفاوتی از نقاط سرچشمه‌ای تا مصب برحسب ساختار جوامع کفزیان ثبت شده است هرچند کاهش کلی غنای گونه‌ای و افزایش مقدار شاخص بیولوژیک همانند مطالعات (Kamali ; Shapouri *et al.*, 2010 *and* Tatina, 2011) دیده شده که افزایش بار آلودگی در طول رودخانه مشهود بوده است. در این بررسی ایستگاه‌های ۱ و ۲ بیشتر متأثر از ورودی رودخانه‌ها بوده و در اندک زمانی از نفوذ امواج دریا تأثیر می‌پذیرد بنابراین تغییرات تنوع در این ایستگاه‌ها مربوط به حضور گروه‌های کفزی سازگار در آب شیرین خواهد

www.SID.ir

بـود. اطلاعـات فراوانـی گـروه‌هـای شناسـایی شـده (Mirzajani, 2010) حضور بارز حشرات فصلی را نشـان می‌دهد به‌طـوری‌کـه فراوانـی زیـاد Chironomidae در ایستگاه‌های مذکور طی فصل بهار (۸۰ درصد گروه‌های زیستی) تفاوت معنادار شاخص تنوع این فصل را نسبت به سایر فصول (شکل۴) سبب شده است. اگرچه در این بررسی *Chironomus albidus* فراوانی مشـابه بررسـی Ahmadi & Mousavi (2002) داشـته و در پیکـرهٔ دریای خزر مشاهده شده ولـی غالبیـت بـا جـنس‌هـای *Eukifferiella*،*Cricotopus* بوده که در ایستگاه‌های ۱و ۲ دیده شده‌اند. حضور بارز جنس‌هـای مـذکور در ایـن ایسـتگاه‌هـا بیـانگر کیفیـت نسـبتاً ضـعیف آب بـوده و شـاخص بیولوژیـک در حـد بـالایی قـرار گرفتـه اسـت (شـکل۳). ایسـتگاه‌هـای دور از سـاحل (۵، ۶ و ۷) کـه بیشـترین مقـدار شـاخص تنـوع را داشـتند عـلاوه بـر تأثیرپذیری از ورودی رودخانه‌هـا عمـدتاً تـابع وضـعیت اکوسیستم دریای خزر بوده و نسبت به ایستگاه‌های ۱ و ۲ از وضعیت باثبـات‌تـری برخوردارنـد. تغییـر تنـوع یـا فراوانـی در چنـین محیطـی بـا نیازهـای اکولوژیـک و خصوصیات بیولوژیک جنس‌های مختلف مـرتبط اسـت. در برخـــی مطالعـــات (Hossieni *et al.*, 1996، Mirzajani *et al.*, 2005) تغییر تنوع کفزیان در اعمـاق مختلف دریای خزر به‌روشنی دیده شده است. نامسـاعد شدن شرایط زیست، محـدودکننـدهٔ دامنـهٔ پـراکنش و فراوانی بسیاری از جنس‌ها شده که تغییر تنوع را در بـر خواهـد داشـت. تغییـرات تنـوع و شـاخص بیولوژیـک ایستگاه‌های مذکور تحت‌تأثیر کرم پرتـار Streblospio gynobranchiata، نرم‌تـن دوکفـه‌ای *Cerastoderma glucaum* و سـخت‌پوسـتان راسـته Amphipoda و Cumacea قـرار داشـته اسـت. براسـاس گـزارش Mirzajani (2010) فراوانی بـالای *S. gynobranchiata* در بیشتر مصب‌ها طی تابستان افـزایش شـاخص بیولوژیـک و کاهش کیفیـت آب را نشـان داده اسـت. افـزایش فراوانـی صدف *C. glucaum* و سخت‌پوستان یادشـده طـی بهـار و تابستان متعاقب فرایند تولید مثـل، شـاخص کیفـی آب را پایین آورده (شکل۴) و وضعیت کیفی مطلوبی را برای ایـن ایستگاه‌ها نشان داده است. در بررسی Laloei (2004) نیـز افزایش ماکروبنتوزها در اعمـاق ۲ و ۱۰ متـر طـی بهـار بـه واسطهٔ تولید مثل برخی گونه‌ها گزارش شده است. در ایـن بررسی تعدد مشـاهدهٔ بـالای جـنس‌هـای *Streblospio* و *Limnodrilus* می‌تواند از دلایل افزایش شاخص بیولوژیـک و نشان‌دهندهٔ افت کیفیت آب طـی زمسـتان ۱۳۸۷ باشـد اگرچه راستهٔ دوجور پایان (Amphipoda) بـه‌ویـژه جـنس *Stenogammarus* با فراوانی ۹ تا ۱۳ درصـد طـی فصـول مختلف و تعدد مشـاهدهٔ بـالا قـادر اسـت مقـدار شـاخص بیولوژیک را در هر فصلی کاهش دهد.

همان‌طور که بیان شد مقدار شاخص تنوع در بیشـتر مناطق طی فصل بهار بیشترین میزان را داشـته و تفـاوت معنادار در فصل تابستان مشاهده شد. میـانگین شـاخص بیولوژیک نیز در مناطق خطبه‌سرا، ناورود، حشـمت‌رود و شیرآباد کمتـرین و رودخانـه‌هـای خشـکه‌رود، نوکنـده و بندرانزلی بیشترین بوده اما دامنـهٔ حـداقل و حـداکثر در هر یک از مناطق (شکل۲) بسیار گسترده بوده که مربوط به تنوع متفاوت موجودات در ایستگاه‌های مختلف اسـت. حضور دوبالان در برخی ایستگاه‌ها و فراوانـی بسـیار زیـاد آن‌ها در برخی مناطق همچون لمیر و خطبه‌سـرا کـه در بهار از فراوانی بالای Chironomidae برخـوردار بودنـد، تفاوت شاخص تنوع و شاخص بیولوژیـک را سـبب شـده است. به‌رغم دامنهٔ وسیع شاخص بیولوژیک در مصـب‌هـا، براساس رتبـه‌بنـدی کیفـی آب رودخانـه‌هـای شـیرآباد، خطبه‌سرا، ناورود، چلـه‌ونـد، حشـمت‌رود، لمیـر، حویـق کیفیت خوب داشته است و سایر مناطق وضـعیت کیفـی متوسطی داشتند (شکل۲). نتایج فوق با برخی بررسی‌هـا در تعدادی از این رودخانه‌ها همخوانی دارد، به‌طـوری‌کـه Kamali & Tatina (2011) بـا اسـتفاده از شـاخص بیولوژیک نشان دادند که مصب رودخانه لمیر کیفیت آب نسبتاً خوب دارد و ۵ کیلومتر بالاتر کیفیت خیلـی خـوب داشته است. توان تولید نیز در ایستگاه‌های ابتدایی به‌رغم فراوانی بالا، اندک خواهد بود آن‌گونه که در بررسـی‌هـای (Navan maghsoudi, 2003; Gharibkhani & Tatina, 2009) برآورد شده است.

همان‌طورکه بیان شد تنوع و شاخص بیولوژیک در فصل بهار از وضعیت کیفی مطلوب‌تری نسـبت بـه دو فصل دیگر برخـوردار بـوده اسـت کـه تفـاوت بیشـتر میانگین این دو شاخص (شکل۴) نسبت بـه دو فصـل دیگر گویای وضعیت مذکور است. این تفـاوت مربـوط

Archive of SID

www.SID.ir

به دبی مناسب رودخانه‌ها و گرم شدن نسبی هوا در فصل بهار است که شرایط لازم برای تولید مثل بسیاری از گونه‌ها را در نواحی مصبی فراهم کرده و شاخص مقادیر پایین را نشان می‌دهد. در مطالعهٔ Shapouri *et al.* (2010) کاهش دبی آب رودخانه گرگان‌رود در فصل تابستان و افزایش بار آلی و سموم کشاورزی از عوامل افت کیفیت آب در ایستگاه‌های پایین‌دست معرفی شده است. بررسی Khatib Haghighi (2007) نیز نشان داد که بیشترین میانگین آلودگی کلیفرمی در مناطق ساحلی و کم‌عمق دریا وجود داشته و ناحیهٔ مصبی رودخانه شفارود (Katib Haghighi *et al.*, 2008) در فصل تابستان به دلیل جریان آرام و عبور از مراکز شهری و کشاورزی بالاترین آلودگی را داراست.

نگرشی کلی به حوزهٔ جغرافیایی مناطق بررسی‌شده و تقسیم‌بندی دهانهٔ رودخانه‌ها بر حسب ویژگی ریخت‌شناسی و دینامیک محیط دریایی و رودخانه‌ای (Alizadeh Ketek Lahijani *et al.*, 2008) نشان می‌دهد که رودخانه‌های ناحیهٔ غربی از گسترهٔ حوزهٔ آبخیزکوچک‌تر، طول کوتاه‌تر، شیب زیاد و تأثیرات عوامل انسانی کمتر برخوردار بوده و وضعیت کیفی مطلوب‌تری دارند. طول رودخانه‌های مذکور از ۱۵ تا ۴۰ کیلومتر و وسعت حوزهٔ آبخیز آن‌ها که عمدتاً کوهستانی پوشیده از جنگل است از ۸۰ تا ۲۵۰ کیلومترمربع متغیر بوده است (Afshin,1994; Mehdizadeh Sarbestani, 2008). سایر مناطق همچون انزلی و سفیدرود که از وضعیت کیفی ضعیفی برخوردار بودند عمدتاً از حوزهٔ آبخیز وسیعی برخوردار بوده و آلاینده‌های زیست‌محیطی و مواد مغذی فراوان‌تری را با گذر از اماکن مسکونی و صنعتی وارد مناطق مصبی خود می‌کنند. رودخانهٔ سفیدرود که در دشت گیلان به شعبات زیادی تقسیم می‌شود از حوزهٔ ۶۷ هزار کیلومترمربعی سیراب شده و طولی معادل ۸۰۰ کیلومتر را داراست (Afshin, 1994) این رودخانه با آورد رسوبی فراوان، ایجاد دلتا و بارهای رسوبی دهانه‌ای می‌کند (Alizadeh Ketek Lahijani *et al.*, 2008). می‌توان اذعان کرد که شاخص‌های تنوع و بیولوژیک بخش میانی منطقهٔ بررسی‌شده تحت‌تأثیر فراگیر دو حوزهٔ سفیدرود و تالاب انزلی قرار دارد.

طول از ۳۴ تا ۷۰ کیلومتر و وسعت حوزه ۲۱۰ تا ۵۵۰ کیلومترمربع رودخانه‌های آستارا، شفارود، کرگان‌رود و لنگرود (Afshin,1994) این امکان را فراهم می‌کند تا شاخص بیولوژیک در حد بالایی قرار گیرد. مطالعهٔ Mirmoshtaghi *et al.* (2011) با استفاده از شاخص‌های کیفی آب OWQI و NSFWQI نیز نشان داد که کیفیت متوسط آب در بالادست رودخانهٔ سفیدرود به طرف بد تا بسیار بد نواحی پایین‌دست و مصبی پیش می‌رود. همچنین نتایج سنجش پارامترهای هیدروشیمی رودخانهٔ اشمک به‌منزلهٔ یکی از شعبات سفیدرود که از مناطق شهری و کشاورزی عبور می‌کند، افت تدریجی کیفیت آب تا مصب را نشان داده است (Khara *et al.*, 2011). اگرچه شاخص کیفی آب در رودخانهٔ لنگرود در حد بالایی نسبت به بسیاری از مناطق مشاهده می‌شود (شکل۲) اما سنجش عوامل هیدروشیمی مرتبط با مواد مغذی در رودخانه و مصب لنگرود کاهش تدریجی این مواد را تا ایستگاه‌های مصبی نشان داده است که در ارتباط با ارتفاع کم مصب و زبانهٔ آب شور دریا تفسیر شده است (Akbarzadeh *et al.*, 2008).

در این میان فاکتور خود پالایی رودخانه‌ها را نباید دور از ذهن نگه داشت به‌طوری‌که ساختار ژئومرفولوژی رودخانه‌ها قادر است وضعیت کیفی آب را در پروفیل طولی تغییر دهد. در بررسی Ghaneh *et al.* (2006) افت کیفیت آب با ورود فاضلاب کارگاهی و روستایی مشاهده شده است که پس از مسافتی حدود دو تا پنج کیلومتر با خودپالایی رودخانه شاخص بیولوژیک به وضعیت قبل از آلودگی رسیده است. چنین وضعیتی در رودخانهٔ طالقان (Mahdavi *et al.*, 2010) و در رودخانهٔ زرین‌گل (Mirrasouli *et al.*, 2012) نیز مشاهده شده به‌طوری‌که به‌رغم وجود منابع آلایندهٔ آلی کیفیت خوب آب در فواصل مختلف سنجش شده است. به نظر می‌رسد طول اندک و شیب زیاد رودخانه‌های ناحیهٔ غربی عامل مهمی در خودپالایی آن‌ها محسوب شود هرچند به واسطهٔ محدودیت اراضی، کاربری کشاورزی همچون شالیکاری در مجاورت مصب بسیاری از این رودخانه‌ها رایج شده است که می‌تواند حضور برخی گروه‌های ماکروبنتوزی با شاخص کیفیت ضعیف آب را

Archive of SID

www.SID.ir

تقویت کند. افزایش شاخص بیولوژیک مصب‌های خطبه‌سرا، حویق و لمیر در فصل بهار مربوط به حضور دو بالان *Eukiefferiella* و *Cricotopus* است که با ویژگی‌های بیولوژیک و اکولوژیک آن‌ها (Boesel, 1983 ؛ Hannesdóttir *et al.*, 2012) همخوانی دارد.

در جمع‌بندی کلی باید اذعان داشت که اگرچه این مطالعه اطلاعات پایه‌ای از وضعیت اکولوژی محیط‌های رودخانه‌ای و مصبی شمال کشور در سال ۱۳۸۸ فراهم کرده اما بررسی دلایل تغییرات تنوع و کیفیت آب اکوسیستم‌ها در کنار سایر مطالعات همچون آب‌شناسی، بررسی آلاینده‌ها، تغییرات حوزهٔ آبخیز و عملکرد مستقیم انسان قابل تفسیر است. بر این اساس نشر سایر بخش‌های پروژهٔ جامع تصویر گویاتری از این اکوسیستم‌ها را ارائه خواهد داد و می‌توان تغییرات شاخص‌ها را در سالیان بعد بهتر تفسیر کرد که درنهایت از روابط موجود می‌توان در تعیین میزان حساسیت مناطق و به‌منزلهٔ ابزار مدیریت برای بازسازی محیط‌های مصبی و ساماندهی بسیاری از کاربری‌ها استفاده کرد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از مدیران محترم معاونت محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست و کارشناسان ذی‌ربط به واسطهٔ حمایت مالی و مشارکت در مرحلهٔ نمونه‌برداری تقدیر می‌شود. از همکاران محترم سازمان حفاظت محیط زیست آقایان دکتر شهلاپور، مهندس تیموری و خانم مهندس حسینی به واسطهٔ ارائه نظرات ارزنده تشکر می‌شود. از ریاست، معاونان و همکاران محترم مؤسسهٔ تحقیقات شیلات ایران و پژوهشکدهٔ آبزی‌پروری آب‌های داخلی به‌ویژه همکاران بخش اکولوژی در تسریع و انجام برخی امور پژوهش تشکر می‌شود.

REFERENCES

1. Afshin, Y., 1994. Rivers of Iran. Ministriy of powerty, Jamab consulute campeny. 575 p. (in Persian).
2. Ahmadi, M. R. and S. Mousavi, 2002. Identification of *Chironomus albidus* (Chironomidae) in the southern coast of the Caspian Sea. Journal of marine sciences and technology 1(4):11-24. (in Persian).
3. Akbarzadeh, A.; V. Pourfaraj; M. R. Rahimi Bashar; A. Nezami and H. Khara, 2008. Physico-chemical structure and fluxes of nutrient in the Chamkhale river estuary. Journal of biology science 1(3): 1-12. (in Persian)
4. Alizade, H., 2004. Introduction to features of the Caspian Sea, Publishing by Noorbachsh. 119 p. (in Persian)
5. Alizadeh Ketek Lahijani, H.; V. Tavakoli and A. A. H. Amini, 2008. South Caspian river mouth configuration inder human impact and sea level fluctuation. Environomental sciences 5(2):65-86. (in Persian).
6. Barbour, M.T.; J., Gerritsen; B. D. Snyder and J. B. Stribling,1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Peryphyton, Benthic Invertebrates and Fish. 2nd edition, EPA, Washington D. C., 408 p.
7. Birstein, J. A. and N. N. Romanova, 1968. Otriad Bokoplavy, Amphipoda. In: Atlas bespozvonochnykh Kaspiiskogo moria (Atlas of invertebrates from Caspian sea) (Y. A. Birshtein, L.G. Vinogradov, N.N. Kondakov, M.S. Astakhova and N.N. Romanova, eds.): 241-290. Promyshlennost, Moscow.
8. Bode, R.W., 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation Service, Albany, 89 p.
9. Boesel, M. W., 1983. A review of the genus Cricotopus in Ohio, with key to adults of species of the northeastern united states (Diptera, Chironomidae). Ohio J. Sci. 83 (3): 74-90.
10. Bolton, M. J., 2007. Chironomid Larval Keys for Ohio. Ohio Environmental Protection Agency, 84 p.
11. Borja, A., Dauer, D., 2008. Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: comparing methodologies and indices. Ecological Indicators 8, 331-337.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Borja, A., Bricker, S.B., Dauer, D.M., Demetriades, N.T., Ferreira, J.G., Forbes, A.T., Hutchings, P., Jia, X., Kenchington, R., Marques, J.C., 2008. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. Marine Pollution Bulletin 56, 1519-1537.

13. Cairns, J. J. and K. L. Dickson, 1971. A simple method for the biological Assessment of effects of waste discharges of aquatic bottom dwelling organisms, J. water Pollut. Contr. Fed 43: 755-772.

14. Cude, C., 2001. Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness. Journal of the American Water Resources Association 37 (1): 125-137.

15. Dauvin, J.C., 2007. Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. Marine Pollution Bulletin 55, 271-281.

16. Feminella, J.W. 1999. Biotic Indicators of Water quality the Alabama Watershed demonstration project, Auburn University, 10 p.

17. Ghaneh, A.; M. R. Ahmadi; E. Esmaili and A. Mirzajani, 2006. Bioassessment of Chafrood river (Guilan Province) utilizing macro invertebrates community structures. Journal of Agricultural Science and technologies 10 (1): 247- 259. (in Persian).

18. Gharibkhani, M. and M. Tatina, 2009. Natural productivity potential of Lavandavil river based on benthic communities. Journal of fisheries 2(4):1-14.

19. Hannesdóttir, E. R.; G. M. Gíslason; J. S. Ólafsson, 2012. Life cycles of *Eukiefferiella claripennis* (Lundbeck 1898) and *Eukiefferiella minor* (Edwards 1929) (Diptera: Chironomidae) in spring-fed streams of different temperatures with reference to climate change. Fauna norvegica 31: 35-46. 2012

20. Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid Field Assessment for Organic Pollution with a Family Level Biotic Index. J. North American Benthological Society 7 (1): 65 – 68.

21. Hossieni, A, A. Roohi; A. Ganjian Khanari; M. Roushantabari; A. Hashemian; A. Solimanroudi; H. Nasrollazadeh; S. Najafpour; A. Varedi and F. Vahedi, 1996. Hydrology and hydrobiology of the southern Caspian Sea. Caspian sea research institute of ecology, 510 p. (in Persian).

22. Hynes, K. E., 1998. Benthic Macroinvertebrates Diversity and Biotic Indices for Monitoring of 5 Urban and Urbanizing Lakes within the Halifax Regional Municipality. Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax, 114 p.

23. Islam, S.; M.T. Rasul; M. J. B. Alam and M.A. Haque, 2011. Evaluation of Water Quality of the Titas River Using NSF Water Quality Index. Journal of Scientific Research 3 (1): 151-159.

24. Jamalzad, F. and A. Afraz, 1995. Biotic and abiotic report of Shafarood river. Fisheries research center of Guilan. 65 p. (in Persian).

25. Jessup, B. K., 1999. Family Level Key to the Stream Invertebrates of Maryland and Surrounding Areas. Maryland Department of natural resources, Resources Assessment service, 47 p.

26. Jonasson, P. M. ,1975. Population Ecology and Production of Benthic Detrivores, Verh. Internat. Limnol., Vol.19, Part 2 ; 1215-1227.

27. Kamali, S. A. and M. Tatina, 2011. Assessment of bio index and water quality in up and down stream of Lemir of Talesh town by use of benthic aquatic insect communities. Wetland Journal of Azad university of Ahvaz 2 (3); 3-12. (in Persian).

28. Kardavani, P. 1997. Aquatic ecosystems of Iran (Caspian Sea), Publisher Goms, 352 p. (in Persian).

29. Khara, H.; H. Mazloumi; SH. A. Nezami; A. Akbarzadeh; S. Gholipour; M. Ahmadnezhad; S. F. Fallah and M. Rahbar, 2011. Water quality of Oshmak river (Guilan province). Journal of fisheries 5 (3 (19)): 41-54. (in Persian).

30. Khatib Haghighi, S., 2007. Coliform pollution in the south Caspian sea, Guilan province (Astara to Chabooksar). Iranian scientific fisheries journal 16 (1): 29-38. (in Persian).

31. Khatib Haghighi, S.; A. Ghane and M. R. Nahravar, 2008. Survey of the coliform pollution in the Shafarood river of Guilan province. Journal of fisheries 2(1):61-70. (in Persian).

32. Krebs, C. J., 1998. Ecological methodology (2 nd ed.). An imprint of addision Wesly Longman. 620 p.

33. Laloei, 2004. Hydrology and hydrobiology and environomental pollution of the southern Caspian Sea under 10 meter. Caspian sea research institute of ecology, No. 83/494. (in Persian).

34. Logvinenko, B. M. and Y. I. Starobogatov, 1968. Type Mollusca.In: Atlas bespozvonochnykh Kaspiiskogo moria (Atlas of invertebrates from

Archive of SID

www.SID.ir

Caspian sea) (Y. A. Birshtein, L.G. Vinogradov, N.N. Kondakov, M.S. Astakhova and N.N. Romanova, eds.): 308-385. Promyshlennost, Moscow.

35. Ludwig, J. A and J. F. Reynolds, 1988. Statistical Ecology. John wily and sons publisher. Newyork, 337 p.

36. Macan, T. T., 1968. A Guide to Freshwater Invertebrate Animals. Printed in Great Britain by Low and Brydone LTD, London, 95 p.

37. Mahdavi, M.; O. Bazrfshan; A. Javanshir; R. Mousavi Nodushani and M. Babapour, 2010. Study of the effect of benthic community structure of Taleghan river on the determination of water quality. Iranian journal of natural resources 63(1): 75-91. (in Persian).

38. Maleki Shomali, M. and S. Abdolmaleki, 1996. Biotic and abiotic report of Karganrood river. Fisheries research center of Guilan. 81 p. (in Persian).

39. Marques, J.C., Patricio, J., Teixeira, H., Neto, J.M., 2009. Ecological Indicators for Coastal and Estuarine Environmental Quality Assessment: A User Guide. Wit Press.

40. Mehdizadeh Sarbestani, G., 2008. Site selection of river in Guilan province to establish of fish farms. Inland water acuaculture research center. 225 p. (in Persian).

41. Meritt, R. W.; K. W. Cummins and M. B. Berg, 2008. A introduction aquatic insect of north America. Fourth Edition. Kendall/Hunt publication company. 1003 p.

42. Mirmoshtaghi, S. M.; R. Amirnezhad and M. R. Khaledian, 2011. Sefidroud river water quality assessment and its mapping according to NSFWQI and OWQI water quality indicators. Wetland 3(9): 23-34. (in Persian).

43. Mirrasouli, E.; R. Ghorbani and F. Abbasi, 2012. The Biological Assessment of the Zaringol Stream Using the Structure of Benthic Macroinvertebrates (Golestan Province). Journal of fisheries (Iranian journal of natural resources) 64(4): 357-369. (in Persian).

44. Mirzajani, A. R., 2010. Ecobiology and Bio-ecological study of river estuaries in Guilan province. Marine environomental section, Departement of Environoment. 384 p. (in Persian).

45. Mirzajani, A.; B. Kiabi and S.H.A. Nezami, 2005. Some ecological indices of the Caspian sea Amphipoda at different depths in Guilan offshore. Iranian Journal of Fisheries Sciences 5: 49-62.

46. Mirzajani, A.R.; A. Ganeh and H. Khodaparast Sharifi, 2008. Qualifying the inlet rivers of the Anzali lagoon Based on macro invertebrates communities. Journal of natural environoment (Iranian journal of natural resources) 34: 31-38. (in Persian).

47. Navan Maghsoudi, M.; M. R. Ahmadi and A. Kayvan, 2003. Study of productivity potential based on diversity and frequency of benthoses in Shamrood river. Iranian scientific fisheries Journal 12(2): 123-138. (in Persian).

48. Needham, J. and P. Needham, 1962. A Guide to the Freshwater Biology. Fifth edition revised and enlarged, Constable and Co , LTD , London, 115 p.

49. Oram, B., 2011. Calculating NSF Water Quality Index, Wilkes University Center for Environmental Quality Geo Environmental Sciences and Engineering Department. http://www.waterresearch.net/Watershed/temperature. htm

50. Overton, J., 2001. Standard Procedures for Benthic Macroinvertebrates Biological Assessment, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 50 p.

51. Pankratova, V.Y., 1970. Larvae and pupae of chironomidae, subfamily Orthocladiinae of the USSR fauna (Diptera, Chironomidae, Tendipedidae). Leningrad, Russia. 344 p.

52. Pankratova, V.Y, 1977. Larvae and pupae of non-biting midges of the subfamilies Podonominae and Tanypodinae (Diptera, Chironomidae= Tendipedidae) of the USSR fauna. Nauka, Leningrad (in Russian). 295 p.

53. Pankratova, V.Y., 1983. Larvae and Pupae of Mosquitoes of the Subfamily Chironominae of the USSR Fauna (Diptera, Chironomidae= Tendipedidae). Nauka, Leningrad (in Russian). 295 p.

54. Pennak, R.W., 1953. Freshwater Invertebrates of the United States. The Ronald press company,New York, 953 p.

55. Seaby, R. M. H. and P. A. Henderson, 2007. SDR-IV. Pisces Conservation. Pisces Conservation Publisher.

56. Shapouri, M.; N. Zolriastein and H. Azarbad, 2010. Quick assessment of Gorganrood river water quality based on biotic indicesJournal of sciences and techniques in natural resources 5(3): 115-130.

57. Sheikhgoodarzi, M.; A. Alizadeh shabani; A. Salman mahini and J. Feghhi, 2012. Landscape ecological metrics–based investigation of land

Archive of SID

www.SID.ir

cover/use changes in Gorganrud watershed. Journal of natural environoment (Iranian journal of natural resources) 64(4): 431-441. (in Persian).

58. Maleki Shomali, M. and S. Abdolmaleki, 1997. Reports of biological and non biological Gorgan Rood River. Gilan Fisheries Research Centre, Bandar Anzali, 81 P. (in Persian).
59. Stock, J. H., 1974. The systematics of certain Ponto-Caspian Gammaridae (Crustacea, Amphipoda). Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. 70: 75-95.
60. Stock, J. H.; A. R. Mirzajani; R. Vonk; S. Naderi and B. H. Kiabi, 1998. Limnic and brackish water Amphipoda (Crustacea) from Iran. Beaufortia 48 (8): 163-224.
61. Taylor, B. R., 1997. Technical Evaluation on Methods for Bentic Invertebrates Data Analysis and Interpretation, AETE Project 2.1.3, Mineral and Energy Technology, Otawa, Ontario, 93 p.
62. Usinger, R. L., 1963. Aquatic Insects of California. University of California press, 1025 p.

Archive of SID

www.SID.ir