بررسی فون ماکروبنتیک بخش جنوب غربی تالاب انزلی و ارتباط آن‌ها با مواد آلی بستر

مهشید جلیلی[1*]، حسین نگارستان[2]، شیلا صفاییان[3]

۱ـ کارشناس ارشد بیولوژی دریا، موسسه ملی اقیانوس شناسی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: m_jalili@inco.ac.ir

۲ـ استادیار، موسسه تحقیقات شیلات ایران، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: hosseinnegarestan@yahoo.com

۳ـ دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: shila2462462@yahoo.co.in

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۸

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۸۹، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

بررسی پراکنش و فراوانی ماکروبنتوزهای تالاب انزلی با نمونه‌برداری در چهار ایستگاه در بخش سیاه‌کشیم انجام شد. برداشت نمونه‌های کفزیان درشت، از بهار تا زمستان ۸۵ با استفاده از نمونه‌بردار چنگه‌ای (ون‌وین گرب با سطح ۲۵۰ سانتیمترمربع با سه تکرار به‌صورت فصلی انجام شد. همچنین عوامل محیطی مانند دانه‌بندی رسوبات، دما، اکسیژن محلول، pH، شوری و مواد آلی رسوبات اندازه‌گیری شد.

ماکروفونای جداسازی شده، در حد امکان تا سطح گونه شناسایی شدند. در این تحقیق ۳۶ گونه شناسایی شد که فراوانترین آنها: لارو حشرات *Chironomus sp Scirtes tibiolis, Ambrysus mormon* و *کمتار Tubifex sp* بوده که در چهار فصل حضور داشتند. اما شکمپای *Valvata cristata* تنها در تابستان مشاهده گردید. شاخص تنوع شانون نیز بین صفر تا ۲/۶۴ در نوسان بود. تنوع و فراوانی کفزیان درشت در بهار و پاییز بیشترین و در تابستان و زمستان، کمترین مقدار را دارا بودند.

کلمات کلیدی: کفزیان درشت، فراوانی، پراکنش، تنوع، تالاب انزلی

۱. مقدمه

با مطالعه و بررسی موجودات کفزی (بنتیک) یک منطقه می‌توان به میزان پتانسیل شیلاتی بوم سامانه‌های آبی (تعیین مقادیر مجاز قابل برداشت) و تعیین توان تولید یک بوم‌سامانه (در ارتباط با رهاسازی لارو آبزیان جهت بازسازی ذخایر) پی برد و نیز برخی از گونه‌های شاخص جهت تعیین وضعیت آلودگی بوم سامانه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بررسی فصلی پراکنش، بقا و تغییرات ماکروبنتوزهای تالاب لسینا در جنوب دریای آدریاتیک نشان داده است که سخت پوستان، پرتاران و نرم تنان گروههای غالب ماکروبنتوزی منطقه بودند (Marzano *et al*., 2003). مطالعه‌ای که به‌منظور توسعه شاخص‌های بنتوزی توسط ارزیابی کیفیت رسوب در خلیج تامپا[1] صورت گرفت، نشان داد که میزان

[1] Tampa

شوری و نوع رسوب از عوامل موثر مهم پراکنش و فراوانی موجودات بنتیک هستند (Malloy *et al.*, 2006).

بررسی واکنش میوفونای بستر گلی به غلظت فلزات و مواد آلی در کالدونیای جدید[1]، نشان داد که تراکم کفزیان با کیفیت مواد آلی رسوبات ارتباط زیادی داشته و با کمیت آن ارتباط کمتری دارند (Dalto *et al.*, 2006).

در ایران، در بررسی هیدروبیولوژیک خلیج گرگان، اغلب موجودات متعلق به نرم تنان شامل: دو کفه‌ای های *Abra ovata*، *Cardium*، *Mytilaster sp*، از سخت پوستان شامل: بارناکل *Balanus*، کرمهای حلقوی شامل: کرم پرتار *Nereis sp*، و کرم کمتار *Tubifex* و لارو حشرات بودند (لالویی، ۱۳۷۲). بررسی فون بنتیک خزر جنوبی نشان داده که کرم های پرتار Neriidae نسبت به موجودات دیگر بنتیک غالبیت داشته و در مقابل، خانواده حشره Chironomidae کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند (سلیمان رودی، ۱۳۷۳).

با بررسی پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده در تالاب انزلی، مشخص شد که این لاروها بیشترین فراوانی را نسبت به سایر کفزیان داشتند. به‌علاوه، حداکثر تراکم آنها در بهار بوده و میانگین ماهانه تعداد آنها در کل تالاب انزلی ۱۲۵عدد در متر مربع بود (ولی پور، ۱۳۷۶). بررسی‌های نظامی و خداپرست (۱۳۷۵) بر تجمع مواد آلی رسوبات تالاب انزلی گویای میزان بالای این مواد با میانگین سالانه ۱۳۷/۳۲ میلی گرم در یک گرم رسوب در کل تالاب بوده است.

در مطالعه تعیین توده‌ی زنده و پراکنش کفزیان حوزه‌ی جنوبی دریای خزر ۵ رده و ۹ تیره شناسایی شد. در این بررسی نشان داده شد که اعماق ۲۰ و ۵۰ متر در فصل بهار از توده‌ی زنده بالایی برخوردارند. عمق ۵۰ متر در تابستان بیشترین و عمق ۱۰۰ متر در پاییز- زمستان توده‌ی زنده بیشتری داشته‌اند (میرزاجانی، ۱۳۷۶).

تالاب انزلی به‌عنوان یکی از حساس‌ترین بوم‌سامانه‌های موجود در کشور، علیرغم دارا بودن اهمیت بین‌المللی، همواره مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و در معرض آلودگی است. این مقاله تراکم، تنوع و زی‌توده موجودات کفزی را به‌عنوان حلقه‌ی اصلی رژیم غذایی ماهیان در نظر داشته و تغییرات آنها را در طول زمان و فصول مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. هدف اصلی تحقیق برآورد توده‌ی زنده و فراوانی کفزیان درشت بخش جنوب غربی تالاب انزلی (سیاه‌کشیم) و بررسی پراکنش فصلی آنها در ارتباط با مواد آلی است.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه‌برداری از کفزیان و رسوب به‌صورت فصلی از چهار ایستگاه از بهار تا زمستان در سال ۱۳۸۵ انجام شد، ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شده بود که شمال، جنوب، شرق و غرب سیاه‌کشیم را پوشش دهد (شکل ۱).

شکل ۱ـ نقشه تالاب سیاه‌کشیم و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

در هر ایستگاه با استفاده از نمونه‌بردار چنگه‌ای[2] با سطح مقطع cm^2 ۲۵۰، سه تکرار جهت بررسی کفزیان درشت و یک نمونه به منظور اندازه‌گیری مجموع مواد آلی موجود در رسوبات[3] و تعیین دانه‌بندی رسوب بستر برداشت شد. نمونه‌ها در محل توسط آب تالاب و الک با چشمه ۰/۵ میلی متر شستشوی اولیه داده شد و پس از تثبیت کردن توسط فرمالین ۴ درصد به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت شستشو و جداسازی جانوران از بقایای غیر زنده، الک با چشمه ۰/۵ میلی‌متر استفاده شد. سپس محتویات الک در تشتک‌های لعابی سفید رنگ ریخته و با دقت در زیر نور چراغ جداسازی انجام شد. پس از جداسازی جانوران، با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود، شناسایی و شمارش صورت گرفت (بیرشتین، ۱۳۸۰؛ چو، ۱۳۶۳؛ احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰، خاتمی۱۳۸۳ و James and Thorpalan, 1991 Freeman and

[1] New Caledonia

[2] Van Veen

[3] T.O.M

George and Schultz, 1979; James Bracegirdle, 1971; and Paul, 1962.). شناسایی و شمارش با استریومیکروسکوپ زایس مدل Stemi_2000c انجام و جهت تعیین توده‌ی زنده، آب آنها با کاغذ خشک کن گرفته و وزن تر موجود با ترازوی دیجیتال سارتریوس با دقت ۰/۰۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در این تحقیق سعی شد تا نمونه‌ها تا حد گونه مورد شناسایی قرار گیرند. همچنین میزان pH، دما، شوری و اکسیژن محلول آب اندازه گیری شد. اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر سارتریوس صورت گرفت. جهت مشخص کردن درجه حرارت از دماسنج الکلی استفاده شد و برای تعیین میزان اکسیژن از روش وینکلر استفاده شد.

مجموع مواد آلی رسوب بر حسب درصد وزن خشک برای هر نمونه ۳ بار اندازه گیری و میانگین آنها محاسبه گردید. پس از خشک کردن و سوزاندن مواد آلی، درصد این ترکیبات از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\frac{A-B}{A-C}\times 100 = TOM \qquad (۱)$$

A: وزن بوته چینی با رسوب بعد از خشک شدن در آون

B: وزن بوته‌ی چینی با رسوب بعد از خشک شدن در کوره، C: وزن بوته‌ی چینی خالی

جهت اندازه‌گیری دانه‌بندی و تعیین بافت رسوبات بستر، نمونه‌ها بعد از فرایند خشک شدن، داخل یک سری الک ریخته شدند. هر یک از الک ها را داخل (آون) گذاشته و بعد از ثابت شدن وزن توزین گردیدند.

شاخص تنوع شانون (H′) [1] برای بررسی تنوع گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین و مقایسه سطوح اختلاف بین فراوانی و توده‌ی زنده کل کفزیان درشت در فصول و ایستگاه‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه [2] استفاده شد. همچنین محاسبات آماری، آزمون همبستگی بین تراکم گونه‌های ماکروبنتوز و میزان مواد آلی بستر با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۱/۵ انجام گردید. جهت بررسی نتایج تحلیل واریانس از آزمون LSD استفاده شد. نرم افزار Excel جهت ورود داده‌ها به رایانه و نیز انجام محاسبات مربوط به میانگین، خطای استاندارد، رسم نمودارها و سایر عملیات مورد استفاده قرار گرفت.

[1] Shannon wear index
[2] One way ANOVA

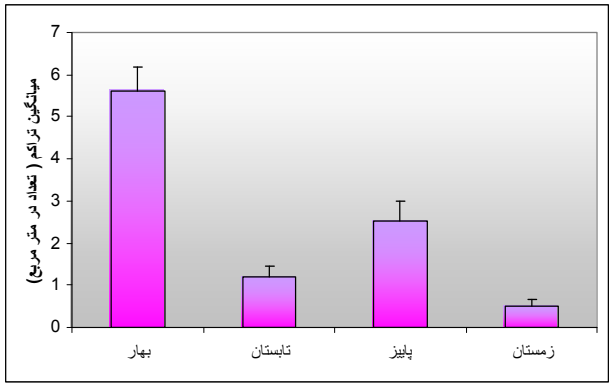
۳. نتایج

در مجموع ۳۶ گونه شناسایی شد که ۲۵ گونه متعلق به رده حشرات، دو گونه متعلق به زالوها، دو گونه و یک جنس متعلق به کم تاران، پنج گونه متعلق به شکم پایان و یک گونه نیز متعلق به سخت پوستان بود. در تمامی فصول بیشترین تراکم به حشرات به‌خصوص جنس شیرونوموس تعلق داشت (جدول ۱).

جدول۱- میانگین تراکم بر حسب تعداد در متر مربع (خطای استاندارد)، گونه های کفزی درشت

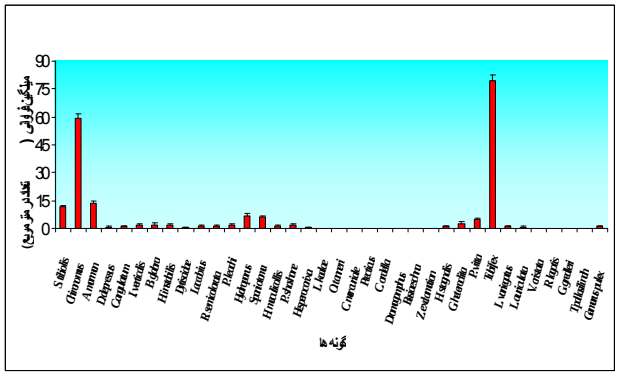
نام علمی	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Scirtes tibiolis	11.41(0.89)	4.66 (0.88)	7 (0.71)	2.33 (0.66)
Chironomus sp	59.33 (2.097)	18.66 (1.56)	22.33 (1.64)	9 (1.14)
Ambrysus mormon	13.33 (1.61)	0.66 (0.4)1	4 (0.65)	0
Drenectes depressus	0.66 (0.50)	0	2.33 (0.63)	0
Coonagrion angulatum	1 (0.52)	0	2.33 (0.47)	0
Ischnura verticalis	1.66 (0.54)	0	4 (0.61)	0
Bezzia glabra	2 (0.80)	0	0	0
Hydropsyche instabilis	1.66 (0.54)	0	1 (0.44)	0
Dytiscidae	0.33 (0.35)	0	0	0
Laccobius sp	1.33 (0.53)	0	0	0
Rhithrogena semicolorata	1.33 (0.62)	0	2 (0.54)	0
plea leachi	1.66 (0.71)	0	0.66 (0.41)	0
Hydroporus sp	6.66 (1.28)	0	0	0
Spaniotoma sp	6 (0.74)	0	7.66 (0.76)	0
Helochares maculicollis	1.33 (0.62)	0	0.33 (0.35)	0
Pelocoris shoshone	1.66 (0.71)	0	0	0
Hesperocorixa sp	0.33 (0.35)	0	0	0
Lispocephala koalae	0	0.66 (0.50)	3.66 (0.63)	0.33 (0.35)
Omophrom tanneri	0	0.33 (0.35)	2 (0.54)	0
Coenagrion mercuriale	0	0.33 (0.35)	0.66 (0.41)	0
Ptecticus sp	0	0.33 (0.35)	0.66 (0.41)	0
Caenis ordella	0	0.33 (0.35)	2.66 (0.58)	0
Dromogomphus sp	0	0.33 (0.35)	1.33 (0.532)	0
Basiaeschna sp	0	1.33 (0.53)	1.33 (0.53)	0.33 (0.35)
Zaniagrion exclamation	0	0.66 (0.41)	1.33 (0.53)	0.33 (0.35)
Helobdella stagnalis	1 (0.52)	0	0.33 (0.35)	0
Glossiphonia heteroclita	2.66 (0.88)	0	2.33 (0.54)	0
Phagocata vitta	4.66 (1.025)	0	0.33 (0.35)	0
Tubifex sp	79.33 (3.40)	3.66 (0.59)	6 (0.66)	1.66 (0.47)
Lumbriculus variegatus	1 (0.52)	0	0	0
Limnaea auriculata	0.66 (0.50)	0	1 (0.44)	0
Valvata cristata	0	3 (0.77)	2 (0.66)	1 (0.52)
Radix lagotis	0	6.66 (1.18)	7.08 (1.13)	3.33 (0.85)
Gyralus gredleri	0	0.33 (0.35)	0.33 (0.35)	0
Theodoxus pallasilindh	0	0.66 (0.41)	1.33 (0.53)	0.33 (0.35)
Gamarus pulex	1 (0.52)	0	2.66 (0.53)	0

بیشترین تراکم کفزیان درشت تالاب سیاه‌کشیم به‌ترتیب مربوط به بهار، پاییز، تابستان و زمستان است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p< 0.05$) بین تراکم گونه‌ها در فصول سال است (شکل ۲).

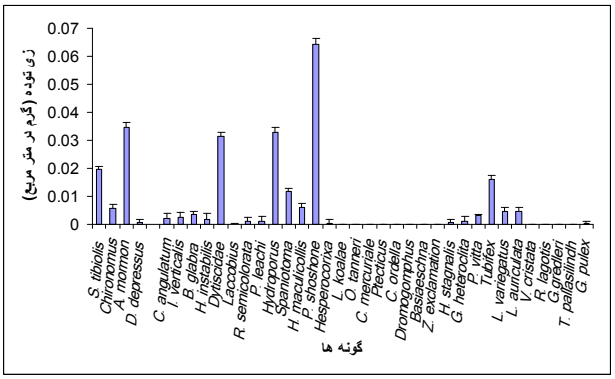


شکل ۲ـ :میانگین تراکم ماکروبنتوز در طول سال

بیشترین تراکم کفزیان در بهار مربوط به توبیفکس با میانگین تعداد ۷۹/۳۳ عدد در متر مربع و پس از آن نیز شیرونوموس با ۵۹/۳۳ عدد در متر مربع است (شکل ۳) همچنین بیشترین میزان توده‌ی زنده این فصل مربوط به *P. shoshone* با مقدار ۰/۰۶۴ و پس از آن به گونه *A. mormon* با مقدار ۰/۰۳۴ گرم در متر مربع تعلق داشت (شکل ۴).

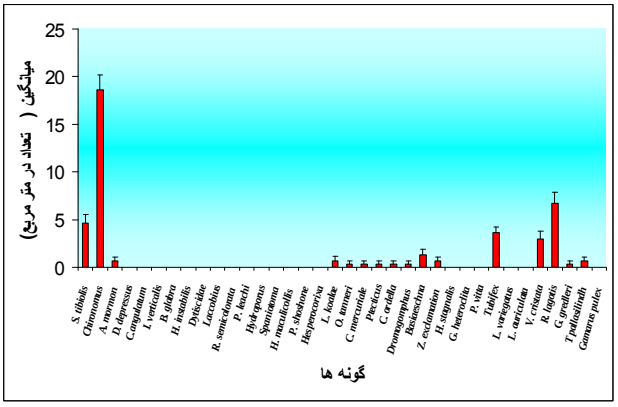


شکل۳ـ نمودارهای میانگین تراکم و زی‌توده کفزیان در بهار

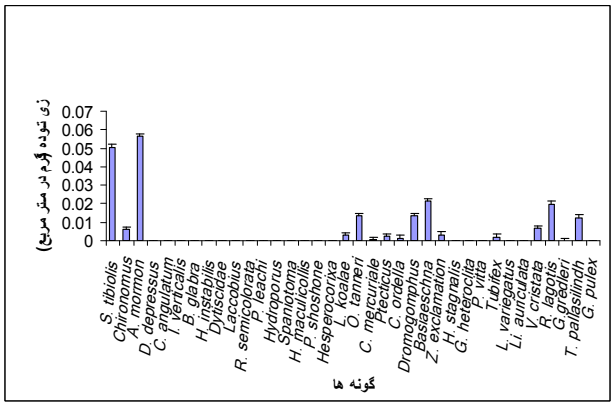


شکل۴ـ نمودارهای میانگین زی‌توده کفزیان در بهار

در تابستان شیرونوموس با میانگین تعداد ۷۹/۳۳ عدد در متر مربع و زی‌توده با میزان ۰/۰۰۶ گرم در مترمربع، به‌ترتیب بیشترین مقدار فراوانی و توده‌ی زنده را به خود اختصاص داده است. پس از آن نیز *R. lagotis* با فراوانی ۶/۶۶ عدد در مترمربع حضور بیشتری داشته است. اما پس از شیرونوموس، بیشترین زی‌توده متعلق به *S. tibiolis* با میزان ۰/۰۵ گرم در مترمربع بود (شکل ۵ و۶).

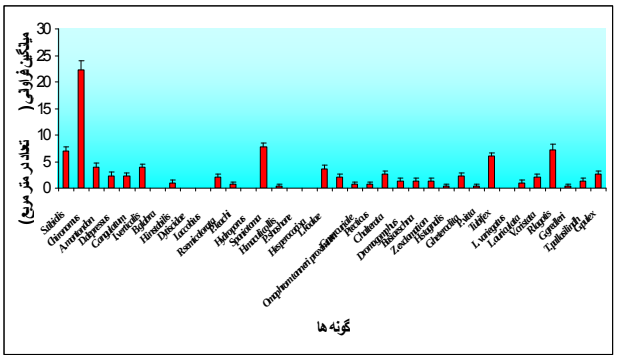


شکل۵ـ نمودارهای میانگین تراکم و زی‌توده کفزیان در تابستان

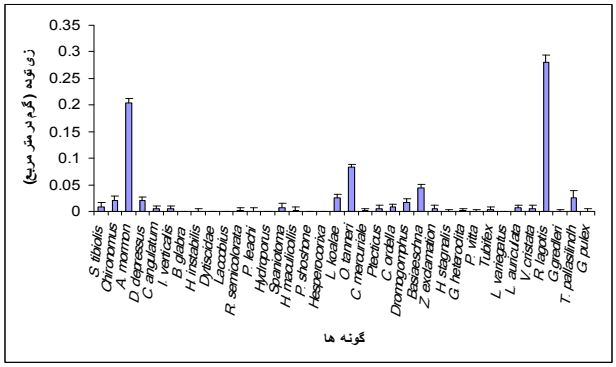


شکل ۶ـ میانگین زی‌توده کفزیان درتابستان

در پاییز بیشترین تراکم کفزیان مربوط به شیرونوموس با میانگین تعداد ۲۲/۳۳ عدد در متر مربع است و پس از آن *Spaniotoma* sp با ۷/۶۶ عدد در متر مربع حضور بیشتری داشته است که هر دو متعلق به خانواده شیرونومیده هستند (شکل ۷). همچنین بیشترین میزان توده‌ی زنده این فصل مربوط به *G.gredleri* با مقدار ۰/۲۸ و پس از آن به گونه *A. mormon* با مقدار ۰/۲۰۳ گرم در مترمربع تعلق داشت (شکل ۸).

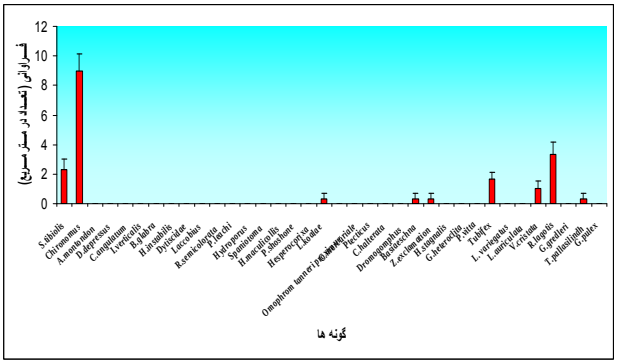


شکل ۷ـ میانگین تراکم کفزیان در پاییز



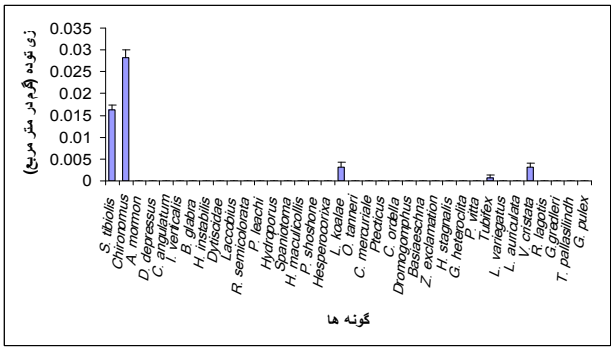
شکل ۸ـ میانگین توده‌ی زنده کفزیان در پاییز

در زمستان بیشترین میزان تراکم و توده‌ی زنده به شیرونوموس اختصاص داشت و پس از آن *R. lagotis* با مقدار ۳/۳۳ بیشترین تعداد را داشت (شکل ۹) به‌علاوه، بیشترین میزان توده‌ی زنده نیز پس از شیرونوموس متعلق به گونه *S.tibiolis* با اختصاص ۰/۰۱۶ گرم در متر مربع بود (شکل ۱۰).



شکل۹: میانگین تراکم کفزیان در زمستان

میانگین کل توده‌ی زنده ۰/۰۴۸ گرم در متر مربع بوده است که از این مقدار بیشترین میزان مربوط به پاییز با میانگین ۰/۰۳۱ گرم در مترمربع و کمترین آن با اختصاص ۰/۰۰۳ گرم در مترمربع مربوط به زمستان بوده است (جدول ۲).

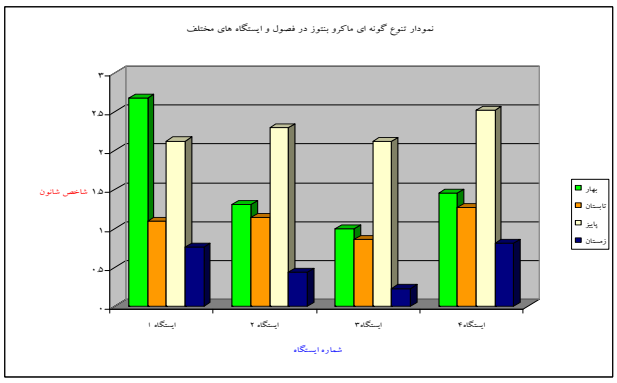


شکل ۱۰ـ میانگین توده‌ی زنده کفزیان در زمستان

جدول۲: میانگین توده‌ی زنده کل در فصول مختلف (گرم در مترمربع)

فصل	میانگین	خطای استاندارد
بهار	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
تابستان	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱
پاییز	۰/۰۳۱	۰/۰۰۳
زمستان	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱

بررسی شاخص تنوع شانون نشان داد که بهار بیشترین تنوع و زمستان کمترین تنوع گونه‌ای را داشته است (شکل ۱۱).

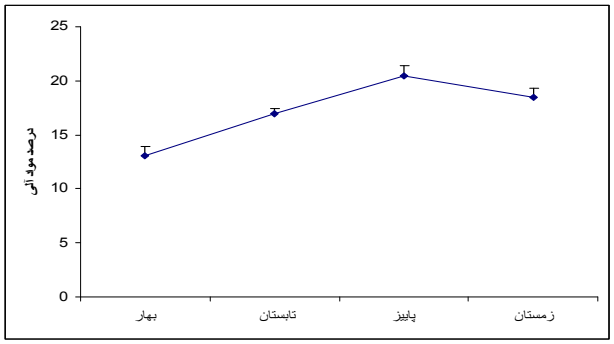


شکل۱۱ـ تنوع گونه‌ای ماکروبنتوز

بررسی تنوع گونه‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف با تحلیل واریانس یک‌طرفه بررسی شد که نتیجه آن تأیید وجود تفاوت به‌صورت معنی دار بوده است. برای مشخص کردن گروه‌هایی که دارای تفاوت معنی‌دار هستند، بعد از تحلیل واریانس از آنالیز LSD استفاده گردید. تنوع گونه‌ای بهار با پائیز و زمستان دارای تفاوت بسیار معنی داری بوده است ($p< 0.01$). همچنین تابستان با پائیز تفاوت بسیار معنی‌دار و تابستان با زمستان تفاوت معنی‌داری داشته است ($p< 0.05$).

میانگین میزان مواد آلی رسوب در کلیه ایستگاه ها در فصل پاییز به حداکثر و در بهار به حداقل مقدار خود رسید. مقدار مواد آلی رسوب در فصول مختلف از بهار تا پاییز روند

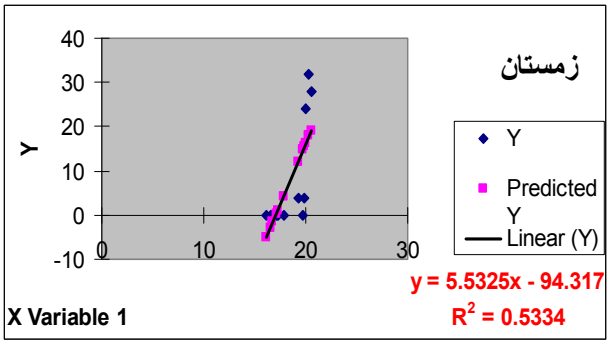
صعودی و از پاییز تا زمستان روند نزولی داشته است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ درصد مواد آلی رسوبات

جنس بافت رسوب، رس و لای است که بیشترین میانگین درصد رس و لای در فصل بهار و کمترین مربوط به پاییز است. درصد رس و لای در فصل گرم سال (تابستان) کمتر و میزان ماسه آن نسبت به سایر فصول بیشتر است. ایستگاه‌ها اصولاً دارای بافت ریز بوده و در صد لای و رس آنها بین ۷۴/۷ تا ۹۶/۴ درصد بوده است.

آزمون همبستگی خطی تراکم کفزیان با مواد آلی برای چند گونه فراوان انجام شد. گونه *Scirtes tibiolis* در تابستان و زمستان و شیرونوموس در تمام فصول سال همبستگی مثبت معنی‌داری با مواد آلی بستر نشان داد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ آزمون همبستگی تراکم مواد آلی بستر با *Chironomus sp* در تابستان و زمستان

۴. بحث

از نظر فصلی بیشترین تراکم کفزیان درشت تالاب سیاه‌کشیم به‌ترتیب مربوط به بهار، پاییز، تابستان و زمستان است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه[1] نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) بین فراوانی گونه‌های ماکروبنتوز در فصول سال است (شکل ۲). در بهار با افزایش دما تکثیر و تولید مثل کفزیان آغاز شده و تولید ماکروبنتوز نیز بیشتر می‌شود. با وجود کاهش دما و تغذیه ماهیان بنتوزخوار در پاییز، باز هم فراوانی موجودات کفزی بیشتر بوده است؛ با کاهش دما رشد کفزیان کاهش یافته و لاروهای حشرات، که عمده کفزیان درشت را تشکیل می‌دهند، نمی‌توانند سریعاً بالغ شوند. در نتیجه، به‌طور کلی موجودات بنتیک در پائیز نسبت به تابستان افزایش نشان می‌دهند.

بسیاری از منابع اشاره نموده‌اند که جلبک‌ها و به‌خصوص دیاتومه‌ها، غذای عمده اکثر حشرات به‌خصوص شیرونومیده را تشکیل می‌دهند (Moore, 1979; Kajak and Warda, 1968; Williams, 1981; Marker *et al.*, 1986). بین لاروهای حشرات و دیاتومه‌ها رابطه‌ی مکانی و زمانی مشخص وجود دارد، به‌طوری‌که در دوره افزایش دیاتومه‌ها در یک مکان مشخص، جمعیت حشرات کفزی نیز در همان دوره و مکان افزایش می‌یابد (Storey, 1986).

Pinder (۱۹۷۷) و Williams (۱۹۸۱) گزارش نمودند که حداکثر تعداد شیرونومیده در دریاچه تندل بروک[2] دقیقاً همزمان با حداکثر تراکم دیاتومه‌ها در بهار است. اگرچه با بررسی‌های انجام شده در تالاب انزلی، اوج شکوفایی دیاتومه‌ها در پاییز بوده اما در بهار نیز این موجودات از تراکم بالایی برخوردارند (خداپرست، ۱۳۷۴).

فراوانی جانوران کفزی بستر متاثر از چرخه زیستی سالیانه آن‌ها است. ولی‌پور در ۱۳۷۶ بیان داشت که در اواخر بهار لاروهای حشرات به‌تدریج به‌طرف بالا حرکت کرده و بر روی ماکروفیت‌ها مستقر می‌شوند. این عمل ناشی از مهاجرت عمودی لاروها به سطح آب است. بر اساس مطالعات Seather (۱۹۶۲) این مهاجرت ها جهت تغییر شکل یافتن و تبدیل شدن به موجود بالغ بعد از زمستان گذرانی و تغذیه بهاره است. طی دوره تابستان لاروها روی ماکروفیت‌ها تدریجاً بالغ شده و از محیط آب خارج می‌گردند.

[1] One way ANOVA
[2] Tandol Brook

متفاوت بودن توده‌ی زنده در فصول مختلف با عوامل متعددی همچون خصوصیات زیست‌شناختی گروه‌های زیستی، ساختار بستر دریا، فراوانی غذایی جانداران، نقش تغذیه‌ای ماهیان از موجودات و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی حاکم بر محیط زیست ارتباط دارد (Barnes, 1987). فصل تولید مثل بسیاری از ماهیان معروف و بنتوزخوار از اواخر اسفند تا اواخر بهار است. نوزادان این ماهی‌ها پس از گذراندن دوره لاروی از جانوران کفزی تغذیه می‌کنند؛ در نتیجه به‌علت حضور بیشتر و افزایش فعالیت شکارگران میزان توده‌ی زنده کفزیان در تابستان به‌تدریج کاهش می‌یابد (شکل ۶).

در زمستان با کاهش دمای آب، تغذیه ماهیان کاهش یافته و این می‌تواند عاملی برای افزایش کفزیان باشد (شکل ۹). در فصل بهار توده‌ی زنده بی‌مهرگان در نتیجه‌ی تولید مثل، اکثر گونه‌ها افزایش می‌یابند (شکل ۴). افزایش میزان توده‌ی زنده در فصل پاییز بخصوص در گونه *Radix lagotis* مشهود است که می‌تواند نشان‌دهنده‌ی مورد تغذیه واقع نشدن صدف‌ها و لاروهای حشرات در این فصل باشد (شکل ۸).

محققین روسی در دریای خزر متوجه شدند که برخی دوکفه‌ای‌ها مورد تغذیه واقع نمی‌شوند (مالیونووسکایا، ۱۳۷۱). اگرچه صدف‌ها از نظر تعداد ممکن است کمتر از سایر گونه‌ها باشند، ولی نقش آنها در افزایش توده‌ی زنده به‌دلیل بزرگ بودن اندازه آنها قابل توجه است. Mann در تحقیق خود در سال ۱۹۸۲ بین لگاریتم وزن تر ماکروبنتوزها و میزان کلروفیل a رابطه مستقیمی به‌دست آورد. با توجه به این ارتباط و این نکته که در پاییز و اواخر بهار میزان تولیدات اولیه در تالاب سیاه‌کشیم بالاست، می توان این افزایش توده‌ی زنده در پائیز و اواخر بهار را به‌علت بالا بودن تولیدات دانست.

مقایسه شاخص تنوع گونه‌ای در ایستگاه‌ها و فصول مختلف نشان می‌دهد، تنوع گونه‌ای در پاییز بیش از سایر فصول و حداقل تنوع گونه‌ای در زمستان بوده (شکل ۱۱). تنوع گونه‌ای کفزیان درشت دارای دو نقطه اوج مشخص در بهار و پاییز است. همچنین میزان تنوع گونه‌ای در ایستگاه شماره ۴ در کلیه فصول به غیر از بهار بیش از سایر ایستگاه‌ها است (شرق سیاه کشیم، شکل ۱). که احتمالاً این امر به‌دلیل کم بودن پوشش گیاهی ایستگاه شماره ۴ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها است. زیرا تراکم بیش از حد گیاهان نیز مشکل ساز بوده و بسیاری از کفزیان در لابلای این گیاهان قرار خواهند گرفت؛ درنتیجه میزان فراوانی کفزیان در بستر کاهش می‌یابد. همچنین در مناطقی که پوشیده از بسترهای گیاهی باشند، نمونه برداری دشوارتر شده و ممکن است برخی از کفزیان در محل حضور داشته ولی برداشت نشده باشند.

بررسی در آبهای ساحلی گانگولی[1] توسط Venkates و همکاران در سال ۱۹۹۳، مبین آن است که نه تنها فراوانی ماکروبنتوزها، بلکه تنوع گونه‌ای آنها نیز در پاییز و بهار بیشتر است. نتایج کاملاً مشابهی نیز در خلیج راجاپور[2] توسط Harkantra در سال ۱۹۹۴ به‌دست آمد، به‌طوری‌که حداکثر تنوع گونه‌ای در این آبها در اواخر پاییز و بهار ثبت گردیده است. شاخص شانون در واقع مدلی است که تنوع گونه‌ای را به‌صورت فرمول محاسبه می‌نماید. هر قدر مقدار شانون کمتر باشد، نشان‌دهنده‌ی کم‌بودن تنوع گونه‌ای است. در جدول ۴ دامنه تغیرات و معنی آن در نواحی تالابی ارائه شده است (Pole and Thomas, 1997).

مقدار شاخص تنوع در تالاب سیاه کشیم در محدوده حداکثر ۲/۵ و حداقل صفر متغیر است. مقایسه این مقادیر با دامنه شاخص تنوع شانون در نواحی تالابی (جدول ۳) نشان می‌دهد که در مجموع تنوع گونه‌ای کفزیان درشت، حتی در پاییز، در حد متوسط است. در زمستان این مقدار به کمترین حد خود یعنی صفر کاهش می‌یابد.

جدول ۳ـ دامنه تغییرات و معنی آن در نواحی تالابی

شاخص تنوع شانون	مقدار شاخص
> ۳/۷۱	خیلی زیاد
۳/۷۱- ۲/۹۷	زیاد
۲/۹۷- ۲/۲۲	متوسط
۲/۲۲- ۱/۴۸	کم
< ۱/۴۸	خیلی کم

مقدار شاخص تنوع در تالاب سیاه کشیم در محدوده حداکثر ۲/۵ و حداقل صفر متغیر است. مقایسه این مقادیر با دامنه شاخص تنوع شانون در نواحی تالابی (جدول ۳) نشان می‌دهد که در مجموع تنوع گونه‌ای کفزیان درشت، حتی در پاییز، در حد متوسط است. در زمستان این مقدار به کمترین حد خود یعنی صفر کاهش می‌یابد.

تنوع کم جانوران کفزی تالاب سیاه کشیم را می‌توان به عدم ثبات بستر به‌دلیل کم عمق بودن و نیز عدم ثبات شرایط فیزیک و شیمیایی ناشی از تغییرات جوی و ایجاد جریان‌های متلاطم داخلی آب و سرانجام بر هم خوردن رسوبات بستر دانست که موجب مرگ و میر کفزیان و از بین رفتن آنها توسط شکارگران

[1] Gangilli
[2] Rajapur

می‌گردد. در پاییز تجدید مواد غذایی و افزایش اکسیژن محلول سبب ازدیاد تنوع جانوران کفزی می‌گردد. Jegadeesan و Ayyakkannu (۱۹۹۲) در بررسی خود در آبهای ساحلی به این نتیجه رسیدند که تنوع جانوران کفزی در تابستان نسبت به بهار و پاییز کاهش نشان می‌دهد. آن ها در تحلیل خود به این نکته اشاره نمودند که کاهش تنوع در تابستان در بسترهای ماسه‌ای به‌مراتب بیشتر از بسترهای گلی است، زیرا بسترهای ماسه‌ای در معرض تلاطم و فرسایش بیشتری هستند. در تحقیق حاضر نیز در تابستان از میزان گل و لای رسوبات بستر کاسته و میزان ماسه رسوب افزایش نشان داشت، در نتیجه میزان تنوع جانوران کفزی در تابستان نسبت به بهار و پاییز کاهش نشان می‌دهد.

به‌نظر می‌رسد تراکم و فراوانی کفزیان به مقدار زیادی تحت تاثیر جنس بستر است. بستر ناحیه مورد مطالعه از جنس گل و لای بوده و در چنین بسترهایی میزان مواد آلی کل افزایش می‌یابد. نتایج بررسی میزان تجمع مواد آلی رسوبات ثابت می‌کند که بالا آمدن سطح آب دریای خزر و در نتیجه بالا آمدن ارتفاع آب تالاب انزلی (Nezami, 1993) تاثیر مفیدی روی فعالیت‌های زیست‌شناختی تالاب داشته است. با توجه به زمان فعالیت بیشتر تولیدکنندگان اولیه (گیاهان و جلبک‌ها)، در ایام بهار و تابستان مصرف مواد مغذی به‌علت دمای مناسب بیشتر شده و درنتیجه مقادیر مواد آلی رسوب در ماه‌های گرم سال کمتر است. بر عکس در پاییز و زمستان با کاهش فعالیت‌های زیست‌شناختی، گیاهان در بستر ته نشین می‌شوند که افزایش میزان مواد آلی در این فصول را به‌دنبال دارد (شکل۱۲). تراکم مواد آلی در رسوبات بر این نکته دلالت دارد که تجمع موجودات به‌خصوص گیاهان ماکروفیتی نقش مهمی در پدیده یوتروفیکاسیون تالاب انزلی دارد. به‌دلیل تراکم خیلی زیاد گیاهان حاشیه‌ای و شناور در پاییز و زمستان مقادیر زیادی از برگ‌ها و شاخه‌های گیاهان در بستر ته‌نشین شده و این فصل زمان مناسبی برای تجزیه مواد دیتریتوس ناشی از گیاهان آبزی است (Nezami, 1993). نتایج به‌دست آمده از میزان تجمع مواد آلی در رسوبات تالاب انزلی در تحقیق حاضر تقریباً مشابه نتایج مطالعات Provini و همکاران در سال ۱۹۸۹ در دریاچه وارس[1] در ایتالیا است. آنها متوسط میزان مواد آلی را ۳۲/۲۰ میلی‌گرم در گرم رسوب خشک به‌دست آوردند. مطالعات Elwakeel و Wahby در ۱۹۶۹ در دریاچه منزالاه[2] در مصر با متوسط میزان مواد آلی ۲۸/۴۰ میلی‌گرم در یک گرم رسوب خشک نیز تشابه با نتایج تحقیق حاضر داشته و نشان دهنده غنی بودن تالاب سیاه‌کشیم از نظر مواد آلی است.

محققین یکی از عوامل مؤثر در کنترل نحوه پراکنش، فراوانی و توده‌ی زنده کفزیان را وجود مواد غذایی دانستند. دو گونه *Scirtes tibiolis* و.sp *Chironomus* با مواد آلی بستر همبستگی مثبت نشان می‌دهند. در این میان شیرونوموس در تمام فصول سال همبستگی مثبت معنی‌داری با مواد آلی بستر نشان می دهد. به‌عبارت دیگر با افزایش مواد آلی، فراوانی این گونه‌ها افزوده می‌شود. میزان این همبستگی در مورد گونه *S. tibiolis* در فصل تابستان بسیار زیاد بوده است (شکل ۱۳).

$$R^2 = 0.6, P_{value} = 0.002 \qquad (۲)$$

به‌نظر می‌رسد در تابستان تغییرات در بافت رسوبات بستر، pH، شوری آب و جنس بستر از عوامل تاثیر گذار بر فراوانی کفزیان هستند (Ansari *et al*., 1994). احتمالاً این گونه از انواع کفزیانی باشد که با این تغییرات سازگاری پیدا نموده و ازدیاد جمعیتی این گونه را در تابستان به‌همراه داشته است. در فصل زمستان میزان همبستگی کمتر بوده و با وجود ازدیاد مواد آلی در این فصل، فراوانی گونه‌ها کم است. ممکن است تغییر در عوامل دیگری همچون دما، که در زمستان کاهش می‌یابد، باعث کاهش جمعیت این گونه شده باشد. با این وجود، مواد آلی به تنهایی در رشد کفزیان مؤثر نیست و فراهم بودن شرایط مناسب از جمله دمای مطلوب آب و سایر عوامل محیطی نظیر pH و شوری ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع

احمدی، م. ر. و نفیسی، م. ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی مهره آبهای جاری. انتشارات خبیر.

بیرشتین، ی. آ.؛ وینوگرادف، ن. ن.؛ کوون، م. اس.؛ آستاخوف، ت. و رومانوف، ن. ن. ۱۹۶۸. اطلس بی مهرگان دریای خزر. مترجم دلیناد و نظری. سال ترجمه ۱۳۸۰. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ایران.

چو اچ، اف. ۱۹۸۴. راهنمای عمل جمع‌آوری و شناسایی

[1] Varese

[2] Manzalah

حشرات نابالغ. ترجمه حجت، ح. سال ترجمه ۱۳۶۳. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج. ایران.

خاتمی، ه. ۱۳۸۳. بی مهرگان کفزی آبهای شیرین (کلید شناسایی و حساسیت به آلودگی). سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ایران.

خداپرست، س. ۱۳۷۴. گزارش کامل پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی در سال ۷۲-۱۳۷۱. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان- بندرانزلی. ایران.

سلیمان رودی، ع. ۱۳۷۳. فون بنتیک حوزه جنوبی دریای خزر، اعماق ۴۰ تا ۸۰ متر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۲. صفحات ۵۶ ـ۴۱.

لالویی، ف. ۱۳۷۲. بررسی هیدروبیولوژیک خلیج گرگان. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴. صفحات ۶۷ -۵۳ .

مالیونووسکایا، ل. ۱۳۷۱. گزارش هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر قسمت بنتوز شناسی (منتشر نشده). مرکز تحقیقات شیلات مازندران.

میرزاجانی، ع. ۱۳۷۶. تعیین توده زنده و پراکنش کفزیان حوزه جنوبی دریای خزر (از آبهای آستارا تا چالوس). مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۳۷. صفحات ۱۳۰-۱۲۶.

نظامی، ش. و خداپرست، ح. ۱۳۷۵. بررسی تجمع مواد آلی در رسوبات تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان- بندرانزلی. ایران.

ولی پور، ع. ۱۳۷۶. پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده در تالاب انزلی.مجله علمی شیلات ایران. شماره ۲. صفحات ۹۲ ـ۷۵.

Barnes, R. 1987. Invertebrate zoology. Saunders college publishing. New York. U.S.A.

Dalto, A. G.; Gremare, A.; Dinef, A. and Fichet, D. 2006. Muddy Bottom Meiofauna Responses to Metal Concentrations and Organic Enrichment in New Caledonia. South West Lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science. (4): 629-644.

El-Wakeel, S. and Wahby, S. D. 1969. Bottom sediment of lake Manzalah Egypt. Institute of Oceanography and Fisheries. Alexanderia. Egypt.

Freeman, W. and Bracegirdle, B. 1971. An Atlas of Invertebrate structure. Heireman Educational book. Hong Kong.

Harkantra. S. N. and Parulekar, A. H. 1994. Soft Sediment dwelling Marine vertebrates of Rajapur bay. Central west coast of India. India j. Mar. SCI. 1: 31-34.

Hofman, W. 1987. Straigraphy of cladocera (Crustacea) and Chironimidae (Insecta: Diptera) in three sediment cores form Int. Rev. Gesam Hydrobiol. 72: 97-106

James, H. J. and Thorpalan, A. P. 1991. Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates. Academic Press. San Diego. USA.

James, G. and Paul, R. 1962. A guied to the study of freshwater biology, fifth edition. Holden- Day. San Fransisco. USA.

Kajak, Z. and Warda, J. 1968. Feeding of benthic non- predatory Chironomidae in lakes. Annls. Zool. Fenn. (5): 57- 64.

Mann, K. H. 1982. Ecology of coastal waters. A system approach, University of California Press. Los Angeles. USA.

Malloy, K. J.; Wade, D.; Janicki, A.; Grabe, S. A. and Nijbroek, R. 2006. Development of a Benthic Index to Assess sediment Quality in the Tampa Bay Estuary, Marine Pollution Bulletin. (4):57-69

Marzano , C. N.; Liaci, L. S.; Fianchini, A.; Gravina, F.; Mercurio, M and Corriero, G. 2003. Distribution, Persistence and Change in the Macrobenthos of the Lagoon of Lesina (Apulia, southern Adriatic Sea. Oceanologica Acta, (26): 57-66.

Marker, A.F.H.; Clarke R. T. and Rother J. A. 1986. Changes in epiphytic population of diatoms, grazed by Chironomid Larvae, in an artificial. Academic Press. New York. USA.

Moore, J.W. 1979. Some factors influencing the distribution, seasonal abundance and feeding of sub arctic Chironomidae. Arch. Hydrobiol. (85): 302- 325

Pinder, L.C.V. 1977. The Chironomidae and their ecology in chalk stream. Rep. Freshwater. Boil. Ass. (4): 62-69

Pole, J. and Thomas,w 1997. Monitoring protocol for marine benthos in intertidal and subtidal macrofauna in marine and estuarine biodiversity monitoring protocol. Report to the EMAN. 17-45

Provini, A.; Premazi, G., Galassi, S. and Gaggino, G. F. 1989. Distribution of nutrients, trace elements, PAH2 and radionuclides in sediment cores from lake Vaee. Hydrobiology. Italy.

Storey, A.W. 1986. Populataion dynamics, production and ecology of three species of epiphytic Chironomid. Ph.D thesis. University of Reading. UK.

Williams, K. A. 1981. population dynamics of epiphytic Chironomid lrvae in a chalk stream. Ph.D thesis. University of Reading. UK.