ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگانرود بر پایه شاخص‌های زیستی

مریم شاپوری[1]، نوید ذوالریاستین[2]، حامد آذرباد[3]

چکیده

گرگانرود در استان گلستان واقع شده‌است و از ارتفاعات گلی داغ، پارک ملی گلستان، سرچشمه گرفته و پس از گذشتن از گنبد کاووس و آق قلا در غرب خواجه نفس به دریای خزر می‌ریزد. رودخانه‌ی گرگانرود به‌دلیل سرعت جریان و دبی زیاد همراه با طغیان آب در ماههای پرآب سال که منجر به گل‌آلودگی شدید آن می‌شود دارای تراکم بنتیک کمتری نسبت به سایر رودخانه‌ها می‌باشد. در میان گروههای مختلف ماکروبنتوزها، **14** خانواده شناسایی شدند که بالاترین درصد تراکم متعلق به Diptera (Chironomidae),Oligochaeta (Tubificidae) می‌باشد. یکی از دلایل کاهش غنای گونه‌ای و تراکم و فراوانی کفزی‌های بزرگ در این رودخانه را می‌توان به عدم وجود پوشش گیاهی مناسب در طول رودخانه نسبت داد. آلودگی‌ها و فاضلاب‌های ناشی از آلودگی‌های انسانی و طبیعی حاصل از پیشرفت صنایع کشور و تأسیس کارگاههای متعدد در جوار رودخانه و استفاده آنها از آب و رها ساختن فاضلاب بی‌آن‌که به دستگاه تصفیه مجهز باشند خطر مهمی برای زیست انواع آبزیان می‌باشند. میزان موجودات بنتیک احتمالاً بعلت جریان سریع و گل‌آلودگی بالای رودخانه از تراکم کمتری برخوردار هستند. ایستگاههای بالادست بیشتر تحت تأثیر خصوصیات آب سرچشمه بوده که در مسیر جریان به فاضلاب شهری و روستایی به‌خصوص فاضلاب شهری، شهرستان گنبد آلوده می‌گردد. میزان این آلودگی بسته به دبی آب، متفاوت می‌باشد. این ایستگاهها در فصل تابستان فاقد جریان آب طبیعی بوده و فقط باریکه‌ای از فاضلاب‌های شهری و روستایی در آن جریان دارد. نتایج به‌دست آمده از روش‌های ساپروبی و هلسینهوف و پارامترهای فیزیکی، شیمیایی مؤید این مسأله می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه‌ی گرگانرود، ماکروبنتوز، آلاینده‌ها، کیفیت آب، روش‌های ساپروبی و هلسینهوف

1- استادیار گروه شیلات و بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه، نویسنده مسوول

marybiot@ yahoo.com

2 - استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان

3- کارشناس ارشد رشته شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مقدمه

آلودگی آب رودخانه‌ها را در حقیقت می‌توان شاخص آلودگی محیط زیست در اثر فعالیت‌های انسانی به حساب آورد، زیرا رودخانه‌ها تنها منابع آبی هستند که مسیر طولانی را از میان شهرها، روستاها و مناطق صنعتی و کشاورزی طی می‌کنند و به انواع گوناگون آلاینده‌ها، آلوده می‌شوند و چون آب رودخانه‌ها بیش از آب هر منبع دیگری برای مصارف گوناگون مانند کشاورزی، تجارتی، خانگی و صنعتی استفاده می‌شود، می‌تواند اثرات سوء گسترده‌ای بر محیط زیست داشته باشد (ویتون[1]، 1975). احداث مزارع پرورش ماهی به‌خصوص مزارع پرورش ماهیان سردابی در کنار رودخانه‌ها و تخلیه پساب این مزارع در زیستگاه‌های طبیعی حتماً آثار سوء به‌دنبال خواهد داشت و موجب به‌هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازگان (اکوسیستم-های) آبی می‌گردد. بنابراین از وقایع مهم در بوم‌سازگان آبی، مطالعه آثار آلودگی‌ها برروی کیفیت آب و تنوع و پراکنش زیستی کفزیان رودخانه می‌باشد (هامپیسچ[2]، 2002). آلاینده‌ها آثار سوء مستقیم و غیرمستقیم زیادی روی محیط زیست خواهند داشت، تغییر کیفیت آب و در پی آن تغییر پراکنش موجودات کفزی را می‌توان از جمله موارد فوق نام برد. بنابراین ضمن نمونه‌برداری از محیط‌های آبی و کفزیان آن، می‌توان پی به وضعیت آب برد. به‌عنوان نمونه، آلودگی ناشی از مواد آلی معمولاً سبب محدودیت در تنوع بی‌مهرگان بزرگ کفزی می‌گردد، به‌طوری‌که تنها گونه‌های بسیار مقاوم، آن‌هم در غلظت کم اکسیژن باقی خواهند ماند از طرف دیگر تشکیل لجن و نفوذ مواد شیمیایی سمی نه تنها ممکن است سبب کاهش جمعیت یک گونه گردد، بلکه امکان دارد باعث حذف کامل جامعه بی‌مهرگان بزرگ کفزی در آن منطقه آلوده شود (نازاروا[3]، 2004). با استفاده از مطالعات هیدروبیولوژیک می‌توان خصوصیات کیفی آب‌های جاری را تعیین نمود. به-طورکلی مطالعات هیدروبیولوژیک در سه بخش مطالعات فیزیکو شیمیایی باکتریولوژی و بیولوژیک انجام می‌گیرد. در این میان مطالعات بیولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که می‌توان با کمک سایر مطالعات، قضاوتی منطقی و معقول از یک اکوسیستم را ارایه داد (جویل و جیمز[4]، 2003). با استفاده از روش‌های بیولوژیک نه تنها می‌توان فشار بار آلودگی را مشخص نمود بلکه می‌توان اشکال مختلف آلودگی و استرس‌های محیطی نظیر تخریب پوشش گیاهی ناحیه حاشیه‌ای و از بین رفتن تنوع زیستگاهی را نیز تعیین نمود (کوویچ[5]، 1999). مطالعه و بررسی ساختار جوامع کفـزی در اکوسیستم‌های آبی جایگاه خاصی در بررسی‌های اکولوژیک موجودات آبزی به خود اختصاص داده‌است. اهمیت کفزیان نه تنها به جهت حضور آنها در زنجیرهٔ غذایی می‌باشد بلکه وجود یا عدم برخی از گونه‌های کفـزی نشان دهنده‌ی کیفیت آب از نظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی می‌باشد. گرگانرود با حاصل‌خیزی قابل توجه، دوری از شرایط سخت محیطی، تأمین‌کننده‌ی آب مورد استفاده برای آبیاری، دامداری، کشاورزی در طول مسیر خود، وجود

[1] Witton
[2] Humpesch
[3] Nazarova
[4] Joel and james
[5] Covich

2 نوع اکوسیستم کاملاً متفاوت کوهستانی و دشتی، وجود **2** سد **(**گلستان، وشمگیر**)** در طول مسیر آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بویژه آنکه محل مناسب تخم‌ریزی انواع ماهیان خاویاری مهاجر بالاخص تاس ماهیان در سالیان نه‌چندان دور بوده‌است. وسعت و اهمیت این رودخانه سبب شد تا در این پژوهش کیفیت آب و کیفیت زیستگاه‌های این اکوسیستم ارزشمند مورد مطالعه قرار گیرد.

منطقه مورد مطالعه

کل مساحت حوضه‌ی رودخانه گرگانرود **1019700** هکتار است که **41** درصد آن را مناطق جنگلی به‌مساحت **418077** هکتار و **20** درصد مراتع به مساحت **203940** هکتار و **39** درصد آن را اراضی زراعی به مساحت **397683** هکتار تشکیل می‌دهد که همه ساله انواع محصولات زراعی در آن کشت و برداشت می‌شود و یکی از مناطق بسیار مهم مصرف انواع سموم دفع آفات نباتی و کودهای شیمیایی می‌باشد و یکی از بزرگترین مسایل زیست محیطی در بخش کشاورزی در ارتباط با رودخانه گرگانرود مصرف زیاد سموم و کودهای فوق می‌باشد. رودخانه گرگانرود با طول حدود **300** کیلومتر و با حوضه‌ی آبریز حدود **10250** کیلومتر مربع با طول جغرافیایی **´2 °54** تا **´22 °56** و عرض جغرافیایی تا **´47 °37** تا **´22 °36** شمالی در استان گلستان واقع شده‌است و از ارتفاعات گلی داغ، پارک ملی گلستان، سرچشمه گرفته و پس از گذشتن از گنبد کاووس و آق قلا در غرب خواجه نفس به دریای خزر می‌ریزد.

جدول **1-** مختصات جغرافیایی و عمق ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بررسی رودخانه گرگانرود

شماره ایستگاه	مختصات جغرافیایی		عمق **(**سانتی‌متر**)**
	E	N	
ایستگاه **(1)** سرچشمه	**51** و **52**	**28** و **36**	**15**
ایستگاه**(2)** قبل از سد گلستان	**49** و **55**	**34** و **37**	**30**
ایستگاه **(3)** بعد از سد گلستان	**18** و **55**	**17** و **37**	**70**
ایستگاه **(4)** گنبد	**49** و **53**	**71** و **36**	**120**
ایستگاه **(5)** آق قلا	**51** و **52**	**28** و **36**	**100**
ایستگاه **(6)** خواجه نفس	**35** و **52**	**14** و **36**	**130**

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری

دوره نمونه‌برداری براساس جدول زمان‌بندی و با توجه به روش مطالعات موردنظر نمونه‌برداری به‌صورت دوره‌ای و هر دوره **-** فصلی می‌باشد که از زمستان **1385** تا پاییز **1386** انجام گرفت. شایان ذکر است که یک گشت رودخانه‌ای در پاییز **1385** جهت تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری صورت گرفت.

مطالعات آزمایشگاهی

در آزمایشگاه پس از شستشوی مجدد نمونه‌ها، نمونه را به‌داخل صفحات بزرگ ریخته و جداسازی گروهی در زیراستریو میکروسکوپ شد. پس از جداسازی گروه‌ها اقدام به شناسایی و شمارش شد **(**هولم و میلنتیر[1]، **1984)**. بررسی پارامترهای شیمیایی آب با استفاده از روش‌های متداول، روش استاندارد[1] **(2003)**

[1] Holm & Mehlntyr

انجام گرفته شده‌است.

نمونه‌برداری

در هر ایستگاه نمونه‌های آب مورد نیاز جهت سنجش مواد مغذی سیلیکات، فسفات، نیترات و نیتریت و سایر پارامترهای غیرزیستی با استفاده از بطری نمونه‌بردار آب مدل روتنر جمع‌آوری گردیده در آزمایشات فیزیکی و شیمیایی با بهره‌گیری از روش‌های متداول، روش استاندارد **(2003)** استفاده شد. اکسیژن محلول به روش یدومتری با فیکس کردن در محل، pH توسط pH متر الکتریکی، درجه حرارت توسط ترمومتر، سختی کل **(**کلسیم و منیزیم**)** به روش کمپلکسومتری با EDTA انجام شد. برای نمونه‌برداری ماکروبنتوزها **(**بزرگ بی‌مهرگان کفزی**)** از متداول‌ترین و جدیدترین روش موجود براساس دستورالعمل EPA **(2006)** استفاده شد. پس از استقرار در هر ایستگاه با استفاده از گراب **0/1** متر مربعی تعداد **3** نمونه کامل از رسوبات بستر برداشت گردید. هریک از نمونه‌ها به کمک الک **500** میکرون با استفاده از آب جاری رودخانه شستشو داده شد. نمونه‌های شسته شده به ظروف ویژه منتقل و با اتانل **75** درصد تثبیت و پس از ثبت مشخصات به آزمایشگاه انتقال داده‌شد. نمونه‌برداری در ایستگاه‌های با بستر قلوه‌سنگی توسط نمونه‌بردار سوربر با **3** تکرار در هر ایستگاه صورت گرفت.

روش‌های آماری در تجزیه و تحلیل اطلاعات

نتایج به‌دست آمده در نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در جدول Word ثبت و توسط نرم‌افزار Excel نمودارهای مربوط رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت بررسی تنوع بنتوز با عوامل مختلف از شاخص آماری زیر استفاده گردید:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (ni/n)/n(ni/n)$$

H' = شاخص تنوع شانون

ni = تعداد هر جنس یا گونه

n= مجموع جنس‌ها یا گونه‌ها

جهت ارتباط تمامی پارامترهای زیستی و غیرزیستی با یکدیگر و مقایسه آماری، از آزمون‌های همبستگی Anova و Tukey و آنالیز واریانس در نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

درجه حرارت

درجه حرارت به‌عنوان مهمترین عامل محیطی بر سایر عوامل و نیز بر رفتار و پراکنش موجودات تأثیرگذار است. براساس نتایج حاصل، حداقل درجه حرارت در سال در بهمن ماه به میزان $12^{o}c$، حداکثر

[1] Standard Method

درجه حرارت در سال در مرداد ماه به میزان ^{o}c **36/4**، و میانگین درجه حرارت در سال به میزان ^{o}c **22** ثبت گردیده است. در جدول **2** تغییرات فصلی درجه حرارت در ایستگاه‌های مختلف نشان داده شده‌است.

جدول **2-** تغییرات فصلی درجه حرارت در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	۲۳.۵	۳٦.٤	۲۰	١٤.٥
قبل سد گلستان	۲٤	۳۳.۷	۱۹.٤	۱۳.۸
بعد سد گلستان	۲٤.٦	۳۲	۱۹	۱۳.۷
گنبد	۲٦.۸	۲۸	۱۸.۷	۱۲.۵
آق قلا	۲۵.۷	۳۲	۱٦.۳	۱۲.۳
خواجه نفس	۲٦	۲۹	۱٦	۱۲

اکسیژن (DO)

اکسیژن محلول در آب در نتیجه فعالیت‌های فتوسنتیک و تنفس در حد فاصل تماس آب با هوا و عمل اختلاط باد، تغییر می‌یابد. نتایج حاصل از حداقل، حداکثر و میانگین میزان اکسیژن طی فصول مختلف نمونه‌برداری شده در جدول **3** آورده شده‌است. حداقل اکسیژن سالانه در مردادماه به میزان ppm**4**، حداکثر اکسیژن سالانه در اسفند ماه به میزان ppm**10** و میانگین سالانه آن به میزان ppm**7/14** ثبت گردیده است. در جدول **3** تغییرات میزان اکسیژن در طول سال در ایستگاه‌های مختلف نشان داده شده‌است.

جدول **3-** تغییرات فصلی اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	۵	٤	۵.٦	۵.۱
قبل سد گلستان	۷	۵.۳	٦.۲	۸
بعد سد گلستان	۸	٦	٦.۷	۱۰
گنبد	۷.٦	۸	۸.۵	۵
آق قلا	۸	۸	۸.۸	۹
خواجه نفس	۷	۸	۸	۸.۵

اسیدیته (pH)

مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین pH طی یکسال و براساس فصول نمونه‌برداری شده در جدول **4** آورده شده‌است. نتایج حاصل از این بررسی، حداقل pH موجود در سال به میزان **7** در اردیبهشت ماه، حداکثر pH موجود در سال به‌میزان **8/5** در آذرماه و میانگین pH سالانه به میزان **7/38** ثبت گردیده‌است. در جدول **4** تغییرات pH در طول سال درایستگاه‌های مختلف نشان داده شده‌است.

جدول **4-** تغییرات سالانه pH در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	7	7	7.6	7
قبل سد گلستان	7.3	8.4	8.5	8
بعد سد گلستان	7.1	8	7	7
گنبد	7.4	7	8.3	7
آق قلا	7	7	7	7
خواجه نفس	7	7.5	7.5	7.3

نیترات

مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین نیترات (NO_3) سالانه در فصول نمونه‌برداری شده، در جدول **5** آورده شده‌است. براساس نتایج حاصل، حداقل نیترات در سال، در مرداد ماه به‌میزان ppm**4/7**، حداکثر نیترات در اردیبهشت ماه به‌میزان ppm**52/8** میانگین سالانه آن به‌میزان ppm**19/8** ثبت گردیده است. تغییرات سالانه میزان نیترات در ایستگاه‌های مختلف در جدول **5** نشان داده شده‌است.

جدول **5-** تغییرات سالانه نیترات در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	۸.۸	٤.۷	۲٦.۹	۲٤.۲۰٥
قبل سد گلستان	۹.٦	۸	۱٦.۹	۱٤.۲
بعد سد گلستان	۱۲.٥	۸.٥	۱٤.٦	۱۲.۱
گنبد	۲۷.۸	۱٥.۲	۲٥.۷	۲٤.۲
آق قلا	۱۱.٤	٥.۲	۱۰.۲	۸.۰٦
خواجه نفس	٥۲.۸	۳۹.۸	٤٥.۷	٤۸.٤۱

قلیاییت

مقادیر حداقل و حداکثر و میانگین قلیاییت در فصول و ایستگاه‌های مختلف در جدول **6** نشان داده شده‌است. ppm**260** حداقل قلیاییت ppm**192** در اسفندماه و حداکثر آن **7** در اردیبهشت ماه و میانگین سالانه آن ppm**237** ثبت گردیده‌است.

جدول **6-** تغییرات فصلی قلیاییت در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	۲٥۲	۲٤۱	۲۳۷	۲۳٤
قبل سد گلستان	۲٥٤	۲٤۰	۲۳۱	۲۱۹
بعد سد گلستان	۲٤٥	۲۳۹	۲۲٦	۲۲۳
گنبد	۲٤٦	۲٤۲	۲۲۸	۱۹۲
آق قلا	۲٦۰	۲٥۷	۲٤۷	۲۳۸
خواجه نفس	۲٤۳	۲۳٤	۲۳۲	۲۲۹

سختی

نوسانات و تغییرات فصلی سختی در فصول و ایستگاه‌های مختلف در جدول **7** نشان داده شده-است. حداقل سختی به‌میزان ppm**227** در زمستان و حداکثر آن به‌میزان ppm**3223** در بهار و میانگین آن به میزان ppm **891** ثبت شده‌است.

جدول **7-** تغییرات فصلی سختی در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	286	281	250	227
قبل سد گلسنان	289	286	258	261
بعد سد گلستان	296	290	264	275
گنبد	298	295	278	425
آق قلا	3223	3127	2347	1103
خواجه نفس	254	2834	2103	1829

نتایج حاصل از روش‌های ساپروبی، هلسینهوف و BMWP:

جدول **8** نشان‌دهنده‌ی سیستم ساپروبی در فصول مختلف می‌باشند به‌طوری‌که کمترین میزان ساپروبی **(S = 1/4)** متعلق به ایستگاه **2 (**قبل از سد گلستان**)** در فصل پاییز و بیشترین **(S = 3/3)** متعلق به ایستگاه **6 (**خواجه نفس**)** در فصل تابستان می‌باشد. کمترین میزان R^2 **= 0/724** در فصل تابستان و بیشترین R^2 **= 0/812** در فصل بهار می‌باشد.

جدول **8-** سیستم ساپروبی در ایستگاه‌های مختلف رودخانه گرگانرود، **86-1385**

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	1.63	1.72	1.43	1.58
قبل سد گلستان	1.7	1.4	1.4	1.63
بعد سد گلستان	1.9	1.9	1.75	1.85
گنبد	2.57	2.9	2.25	2.51
آق قلا	2.8	3.1	2.9	2.8
خواجه نفس	3.2	3.3	3.02	3.2

جدول **9** نشان‌دهنده شاخص BMWP در فصول مختلف می‌باشد. بیشترین میزان BMWP**=54** مربوط به ایستگاه **1 (**سرچشمه**)** در فصل پاییز و کمترین میزان BMWP**=6** مربوط به ایستگاه **5 (**آق قلا**)** در فصل زمستان و بهار می‌باشد.

جدول **9-** مقایسه روش BMWP در ایستگاه‌های مختلف در طول سال

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	51	51	51	51
قبل سد گلستان	20	20	20	20
بعد سد گلستان	20	20	20	20
گنبد	25	25	25	25
آق قلا	6	6	6	6
خواجه نفس	9	9	9	9

بیشترین میزان R^2**=0/865** در فصل پاییز و کمترین میزان R^2**=0/762** در تابستان می‌باشد. بیشترین میزان FBI **= 8/30** مربوط به ایستگاه **6 (**خواجه نفس**)** در فصل تابستان و کمترین میزان FBI **= 3/71** مربوط به ایستگاه **1 (**سرچشمه**)** در فصل بهار می‌باشد.

جدول **10-** مقایسه روش FBI در ایستگاه‌های مختلف در طول سال

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	3.71	4.15	3.72	3.83
قبل سد گلستان	4.18	4.04	4.23	4.42
بعد سد گلستان	4.44	4.6	4.16	4.47
گنبد	5.18	6.41	5.45	5.68
آق قلا	6	7.2	6.38	6
خواجه نفس	8.15	8.3	6.24	7

بیشترین میزان R^2 **= 0/836** در فصل زمستان و کمترین R^2 **= 0/701** درفصل بهار می‌باشد جدول **11** نشان‌دهنده درصد تراکم موجودات بنتیک در فصول و ایستگاه‌های می‌باشند.

جدول **11-** تراکم موجودات بنتیک در ایستگاههای مختلف در طول سال

نام ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سرچشمه	35	40	22	48
قبل سد گلستان	11	46	17	14
بعد سد گلستان	18	23	25	34
گنبد	33	86	40	38
آق قلا	28	30	18	12
خواجه نفس	39	143	74	29

بیشترین درصد تراکم بنتیک متعلق به Diptera (Chironomide) و Oligocheata (tubificidae) و Mullusca و Ephemeroptera می‌باشد. Ephemeroptera بیشترین درصد تراکم در ایستگاه‌های **1** و **2** و **3** را دارا می‌باشد. در ایستگاه‌های **4** و **5** و **6** بیشترین درصد تراکم متعلق به Mullusca، Diptera و Oligocheata می‌باشد.

نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های فصلی

جدول **12-** نحوه پراکنش گونه‌های بنتیک در ایستگاه‌های مختلف

نام گونه بنتیک	1	2	3	4	5	6
Physidae (physa)	✓	-	-	-	-	-
Chironomidae (psetrotany pus	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Chironomidae (real)	-	-	-	-	-	✓
Beatidae (Beatis)	✓	✓	✓	-	-	-
Heptageniclae (Rhitrogena)	✓	✓	-	-	-	-
Heptagenidae (Eperous)	✓	✓	-	-	-	-
Gammaridae (Gammarus)	✓	-	-	-	-	-
Blepharcenidae (liponeura)	✓	-	-	-	-	-
Simulidae (Simulium)	-	✓	✓	-	-	-
Mysidae (Mysis)	-	-	✓	-	✓	-
Tipulidae (Tipula)	-	-	-	✓	-	-
Lumbricidae (Eisenella)	-	-	-	✓	✓	-
Planorbidae	-	-	-	✓	-	-
Tubifieidae (Tubifex)	-	-	-	✓	✓	✓

نتایج به‌دست آمده کلاسه‌بندی کیفی آب در فصول مختلف

جدول **13 -** امتیازبندی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصول مختلف **(بهار)**

نام ایستگاه	اندیس ساپروبی (S)	BMWP	FBI
سرچشمه	**1/63**	**51**	**3/71**
قبل از سد گلستان	**1/7**	**20**	**4/18**
بعد از سد گلستان	**1/9**	**20**	**4/44**
گنبد	**2/57**	**25**	**5/18**
آق قلا	**2/8**	**6**	**6**
خواجه نفس	**3/2**	**9**	**8/15**

(تابستان)

نام ایستگاه	اندیکس ساپروبی(S)	BMWP	FBI
سرچشمه	**1/72**	**54**	**4/15**
قبل از سد گلستان	**1/4**	**54**	**4/04**
بعد از سد گلستان	**1/9**	**34**	**4/60**
گنبد	**3/1**	**10**	**7/2**
آق قلا	**3/3**	**10**	**8/30**

(پاییز)

نام ایستگاه	اندیکس ساپروبی (S)	BMWP	FBI
سرچشمه	**1/43**	**54**	**3/72**
قبل از سد گلستان	**1/4**	**37**	**4/22**
بعد از سد گلستان	**1/75**	**14**	**4/16**
گنبد	**2/25**	**27**	**5/45**
آق قلا	**2/9**	**12**	**6/38**
سرچشمه	**3/02**	**8**	**6/24**

(زمستان)

نام ایستگاه	اندیکس ساپروبی (S)	BMWP	FBI
سرچشمه	**1/58**	**45**	**3/83**
قبل از سد گلستان	**1/63**	**39**	**4/42**
بعد از سد گلستان	**1/85**	**24**	**4/47**
گنبد	**2/51**	**27**	**5/68**
آق قلا	**2/8**	**6**	**6**
سرچشمه	**3/2**	**9**	**7**

آنالیز واریانس یک‌طرفه بین BMWP در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نشان نمی‌دهد. **(P>0/005** و **F= 0/651)**. آنالیز واریانس یک‌طرفه در روش‌های ساپروبی و هلسینهوف در ایستگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نشان داده‌است **(P>0/005)**. نتایج آزمون همبستگی بین فراوانی ماکروبنتوزها و پارامترهای محیطی بیانگر عدم همبستگی بین فراوانی بنتوزها، درجه‌ی حرارت آب، اکسیژن محلول، pH، NO_3 درایستگاه‌های نمونه‌برداری می‌باشد. در بررسی مقایسه‌ای بین سه روش BMWP، FBI و ساپروبی، عدم همبستگی بین فراوانی ماکروبنتوز و روش BMWP و وجود همبستگی بین فراوانی ماکروبنتوز و روش‌های هلسینهوف و ساپروبی نشان داده‌شد.

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات دمای آب رودخانه به نسبت زیادی تحت تأثیر دمای محیط قرار می‌گیرد. میزان این تغییرات نسبت به حجم آب و میزان کدورت و سرعت آب متفاوت است. البته زمان نمونه‌برداری نیز در این ارتباط نقش مهمی را دارا می‌باشد. به‌عنوان مثال در ایستگاه یک که نمونه‌برداری در فصل زمستان در ساعات اولیه‌ی صبح صورت گرفته، درجه‌ی حرارت آب از هوا بیشتر است. در فصول پرآبی و مواقع سیلابی، میزان کدورت در حد بالایی بوده که بیان‌گر فرسایش خاک‌های بستر و اطراف آن در پی جریانات سریع و متعاقب آن گل آلودگی رودخانه می‌باشد. میزان شفافیت در اکثر ماه‌های سال کم و یا تقریباً فاقد عمق قابل‌رؤیت می‌باشد. رودخانه‌ی گرگانرود با توجه به شیب زیاد با حرکات تندآبی و عمق کم بیلان اکسیژن مناسبی را دارا می‌باشد. به‌طوری‌که میانگین اکسیژن محلول در طول سال معادل **7/14**ppm بوده‌است. میزان اکسیژن کم در ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه که محل تجمع فاضلاب‌های شهری بوده، بعضاً مشاهده می‌گردد. در مورد ایستگاه خواجه‌نفس همان‌طورکه گفته شد تحت تأثیر آلودگی ناشی از فاضلاب-

های ورودی به ایستگاه‌های بالادست خود قرار گرفته و بسته به دبی رود و درجه‌ی حرارت آب و قدرت خودپالایی محیط در فصول مختلف نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد. ایستگاه یک (سرچشمه) هم در طول سال میزان پایین اکسیژن را دارا بوده که این به‌دلیل ویژگی آب چشمه‌ها می‌باشد. آب بیرون آمده از زیرزمین در این ایستگاه هرگز فرصت تبادل اکسیژنی با هوا را پیدا نکرده و میانگین اکسیژن حدود 5ppm را در طول سال نشان می‌دهد. همان‌طورکه ذکر شد میزان اکسیژن محلول با افزایش درجه‌ی حرارت و آلودگی و... تنزل می‌یابد اما در ایستگاه‌های گنبد و خواجه‌نفس میانگین اکسیژن حدود 7ppm و 8ppm می‌باشد. علت آن‌را می‌توان در میزان بالای دبی آب و حرکات تند آب و شیب زیاد جستجو نمود. نوسانات pH در رودخانه‌ی گرگانرود در طول سال به‌طور محسوسی مشاهده نمی‌گردد. نظر به ارتباط pH در گرگانرود با میزان قلیاییت کربنات و بی‌کربنات، نتیجه می‌شود که آب این رودخانه از آب‌های کربناتی بوده و شرایط بافری این املاح مانع از تغییرات شدید pH آب در اثر عوامل خارجی می‌شود. در بررسی مواد بیوژنی به‌علت انباشته‌شدن رسوبات و اجزای آلی در ایستگاه‌های پایین دست (به‌خصوص خواجه نفس) ماکزیمم مقدار مواد بیوژنی (نیترات) در تمامی فصول در این ایستگاه مشاهده شده‌است. علاوه بر این افزایش بیش از حد این مواد می‌تواند در آلودگی دریا نقش عمده‌ای ایفا نماید.

آب گرگانرود با توجه به مسیر طولانی که تا رسیدن به دریای خزر می‌پیماید در قسمت‌هایی از مسیر خود در معرض شدید آلودگی قرار می‌گیرد. این آلودگی احتمالاً در اثر 2 عامل مهم می‌تواند باشد. آلودگی طبیعی، آلودگی انسان ساخت. در اثر فرسایش خاک توسط آب، با هر بارندگی مقدار بسیار زیادی از خاک زمین‌های اطراف شسته‌شده و به‌همراه جریانات آبی وارد رودخانه می‌گردد به‌طوری‌که رودخانه در فصول سیلابی و پرآب به‌شدت گل‌آلود می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از مواد بیوژن نیز می‌تواند احتمالاً گواه این مطلب باشد (افزایش در خواجه نفس). با توجه به این‌که فضولات حیوانات اهلی به‌عنوان کود استفاده می‌شود و کودهای مورداستفاده اکثراً بلافاصله مصرف می‌شوند، لذا سیلاب یا آب‌های مازاد مزارع، مواد آلی را شسته و به رودخانه می‌برد و علاوه بر این در موارد زیادی مشاهده شده‌است که لاشه‌ی حیوانات مرده به‌خصوص حیواناتی که در اثر بیماری مرده‌اند به داخل رودخانه و یا حاشیه‌ی آن رها ساخته می‌شود. طبق برآورد وزارت کشاورزی، سهم عظیمی از کودهای شیمیایی در این منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد که در اثر شستشو وارد رودخانه می‌شوند. تا کنون هیچ واحد صنعتی به‌منظور استفاده از آب گرگانرود در حاشیه آن مستقر نشده‌است ولی فاضلاب‌های شهری وارد رودخانه می‌شوند. واحدهای صنعتی دارای فاضلاب که در حوضه آبریز رودخانه قرار دارند در طول آن پراکنده‌اند اما بیشترین تعداد کارگاه‌های بزرگ صنعتی درداخل شهر گنبد است که مهمترین منبع آلوده‌کننده‌ی رودخانه است. این صنایع عمدتاً از نوع پنبه پاک‌کنی و تولیدآجر می‌باشند. شدت آلودگی در این منطقه آن‌چنان است که در فصول پرآبی رودخانه، آب ورودی به ایستگاه‌های پایین‌دست به‌شدت رنگ و بوی فاضلاب دارد.

مطالعه و بررسی ساختار جوامع بنتیک در اکوسیستم‌های آبی جایگاه خاصی در بررسی‌های اکولوژیک موجودات آبزی به‌خود اختصاص داده‌است. اهمیت بنتوزها نه تنها به جهت حضور آنها در زنجیرهٔ غذایی می‌باشد بلکه وجود یا عدم وجود برخی از گونه‌های بنتیک نشان‌دهنده‌ی کیفیت آب از نظر میزان آلودگی ویا عدم آلودگی می‌باشد. رودخانه‌ی گرگانرود به‌دلیل سرعت جریان و دبی زیاد همراه با طغیان آب در ماه‌ای پرآب سال که منجر به گل‌آلودگی شدید آن می‌شود دارای تراکم بنتیک کمتری نسبت

به سایر رودخانه‌ها می‌باشد. درمیان گروه‌های مختلف ماکروبنتوزها، **14** خانواده شناسایی شدند که بالاترین درصد تراکم متعلق به دیپترا (شیرونومیده)، الیگوکیتا (توبفیسیده)، نرمتنان و افمروتپرا می‌باشد. افمروتپرا بیشترین تراکم و فراوانی را در ایستگاه‌های **1**، **2** و **3** و سایر گروه-ها بیشترین درصد را در ایستگاه‌های **4**، **5** و **6** به خود اختصاص داده‌اند. کمترین تراکم و تعداد بنتوزها در ایستگاه آق قلا در فصل بهار مشاهده گردید که تنها **1** خانواده باتراکم **28**عدد در مترمربع وجود داشت. دلیل این مسأله می‌تواند مرتبط با فقر مواد آلی در این ایستگاه و جنس بستر که بطور عمده شنی بوده که متناسب برای رشد بنتوزها نمی‌باشد (لوهاچیندا[1]، **1985**). بیشترین درصد تراکم و تعداد بنتوز متعلق به ایستگاه گنبد در تابستان با تعداد **195** عدد در متر مربع می‌باشد. بیشترین تنوع گونه‌های بنتیک متعلق به ایستگاه سرچشمه می‌باشد.

در این ایستگاه به‌جز عاری بودن آب از هر نوع آلودگی به‌دلیل وجود بستر قلو سنگی که بهترین نوع بستر برای رشد و ازدیاد گونه‌های بنتیک می‌باشد، بیشترین تنوع گونه‌ای مشاهده می‌گردد. قریب به اتفاق محققین معتقدند که درشرایط عدم وجود استرس محیطی، جنس رسوبات به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده در پراکندگی و تراکم موجودات بنتیک محسوب می‌گردد (هیلسنهولف[2]، **1982** و لارنیس و همکاران[3]، **1979**).

دلیل دیگر تراکم و تنوع بالای موجودات بنتیک در ایستگاه شمارهٔ **1** و **2** عمق و جریان کند آب می‌باشد، چرا که تراکم و فراوانی اجتماعات بنتیک با افزایش عمق آب و سرعت جریان کاهش می‌یابد. (هارکانترا و همکاران[4]، **1982** و اگویار و همکاران[5]، **2002**). خانوادهٔ Chironomidae در طول سال در تمامی ایستگاه‌های **6** گانه یافت شده‌است، زیرا گونه‌های متعلق به این خانواده دارای قدرت تحمل بسیار بالایی بوده و شاخص آب‌های تمیز تا بسیار آلوده می‌باشند (گونه‌های مختلف) (لیرنر و همکاران[6]، **1983**). در فصل بهار بیشترین درصد تراکم گونه‌های بنتیک متعلق به خانوادهٔ Chironomidae و Physidae و Planorbidae می‌باشد.

اما در فصل تابستان الیگوکتیا (توبیفسبیده) بیشترین درصدتراکم را به‌خود اختصاص داده‌است. به-خصوص بیشترین تراکم گونه‌های بنتیک متعلق به خانوادهٔ Lumbricidae و Tubificidae در ایستگاه‌های پایین‌دست (گنبد و خواجه نفس) یافت شده‌اند که در واقع وجود این گونه‌ها بیانگر بار متوسط تا زیاد آلودگی آلی آب می‌باشد.

در فصل پاییز **50** درصد تراکم گونه‌های بنتیک متعلق به خانوادهٔ تیرونومیده می‌باشد. خانوادهٔ Baetidae نیز درصد بالایی را به خود اختصاص داده‌است. به‌طورکلی در تمامی فصول گونه‌های مربوط به خانوادهٔ Baetidae یافت می‌شوند. چرا که بسیاری از گونه‌ها قادرند در محیط‌های که مواد آلی وجود دارند و به‌خوبی هوادهی می‌شوند، زندگی کنند. چنین شرایطی در رودخانه‌های کم عمق ولی دارای توربولانت یافت می‌شود (هیلسنهولف، **1987**). در سیستم‌های آلوده تعداد گونه‌های بنتوز بسیار کم بوده و همان تعداد گونه‌ها اغلب فراوانی بسیار بالایی دارند، مشاهدهٔ عینی در این تحقیق نیز تأییدکنندهٔ این مطلب می‌باشد. در ایستگاه سرچشمه که تنوع گونه‌ای بالا است تعداد نمونه‌ها کم بوده و در ایستگاه‌های

[1] Lauhachinda
[2] Hilsenhoff
[3] Lawrence et al.
[4] Harkantra et al.
[5] Aguiar et al.
[6] Learner et al.

پایین دست (آق قلا و خواجه نفس) تنوع گونه‌ای پایین اما تعداد نمونه‌ها بسیار افزایش می‌یابد. در مقایسه با تحقیق مشابهی که توسط نگارنده در رودخانه‌ی جاجرود در سال 1382 صورت گرفته‌است نتایج مشابهی از این نظر به‌دست رسیده‌است (ذوالریاستین، 1382). در ایستگاه سرچشمه‌ی مشاهده‌ی نمونه‌هایی از خانوادهٔ Blepharoceridae و جنس Liponevra مؤید پاکیزگی آب می‌باشد. اما در ایستگاههای پایین دست وجود نمونه‌هایی از خانواده‌های Lumbricidae، Tubificidae، Chironomidae مؤید بار متوسط تا زیاد آلودگی آلی می‌باشد. که همان‌طورکه ذکر شد دلیل را می‌توان در ورود گسترده‌ی فاضلاب-های شهری و صنعتی به این مناطق جستجو نمود.

نتایج به‌دست آمده از سیستم ساپروبی بیان‌گر این واقعیت است که ایستگاه‌های 1، 2 و 3 در محدوده‌ی الیگو ساپروب β- مزوساپروب می‌باشند. در واقع این نواحی در کلاسه‌ی کیفی III و II قرار می‌گیرند و این بدان معناست که آب رودخانه در این نواحی عاری از آلودگی و یا بار آلودگی متوسط می‌باشد. اما ایستگاه‌های 4، 5 و 6 همگی در محدوده‌ی α - مزوساپروب یا کلاسه‌ی کیفی III بوده که مؤید آلودگی می‌باشد. آلوده‌ترین ایستگاه، خواجه نفس در فصل تابستان بوده که دلیل را در وجود بالای بار مواد آلی و کم بودن جریان رودخانه می‌توان جستجو نمود. نتایج به‌دست آمده از روش هلسینهوف نشان می‌دهد که ایستگاه 1، 2 و 3 دارای کیفیت خیلی خوبی می‌باشند و احتمال آلودگی آلی ناچیزی وجود دارد و ایستگاه 4 دارای کیفیت متوسط بوده که آلودگی آلی نسبتاً قابل توجهی را نشان می‌دهد.

نتایج به‌دست آمده از ایستگاه آق قلا و خواجه نفس همانند نتایج به‌دست آمده از روش ساپروبی دارای کیفیت ضعیف بوده و نشان‌دهنده‌ی بار آلودگی آلی قابل توجهی می‌باشد. آلوده‌ترین زمان متعلق به فصل تابستان می‌باشد. چرا که دبی و سرعت جریان رودخانه بسیار پایین بوده و رودخانه امکان خودپالایی را نداشته است. نتایج به‌دست آمده از روش BMWP بیانگر این واقعیت است که ایستگاه آق قلا و خواجه‌نفس در طول سال از کیفیت آب بسیار ضعیفی برخوردار هستند و تمامی ایستگاه‌های 2، 3 و 4 نیز در طول سال و فصول مختلف از کیفیت ضعیف برخوردارند. تنها ایستگاه سرچشمه با توجه به نتایج به-دست آمده از این روش در طول سال دارای کیفیت متوسطی می‌باشد که این نتایج با موارد به‌دست‌آمده از 2 روش دیگر کاملاً متفاوت است. چرا که هر 2 روش ساپروبی و هلسینهوف کیفیت مناسب و خوبی را در ایستگاه‌های بالادست رودخانه (1، 2 و 3) نشان می‌دهند. البته نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی نیز صحه بر این مطالب می‌گذارند. نتایج آزمون همبستگی بین فراوانی ماکروبنتوزها و پارامترهای محیطی بیانگر عدم همبستگی بین فراوانی بنتوزها، درجهٔ حرارت آب و اکسیژن محلول، pH و... در ایستگاه‌های نمونه‌برداری می‌باشد. نتایج حاصل از تست توکی (آنالیز واریانس دوطرفه) روش ساپروبی و هلسینهوف اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. اما نتایج همین تست برای روش BMWP دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد. با توجه به اعداد به‌دست آمده‌ی از آزمون همبستگی پیرسون برای سه روش مورد استفاده، نتایج بیان‌گر همبستگی بین فراوانی ماکروبنتوزها و روش هلسینهوف و ساپروبی می‌باشد. اما این نتایج نشان‌دهندهٔ عدم همبستگی بین فراوانی ماکروبنوزها و روش BMWP می‌باشند. با توجه به آنالیزهای آماری و نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روش‌های ساپروبی و هلسینهوف بیانگر نتایج قابل قبول‌تری از روش BMWP در این تحقیق می‌باشند.

تقلیل دبی آب رودخانه در پی مصارف کشاورزی مخصوصاً در فصل تابستان بروز مشکلاتی از قبیل کم‌آبی، افزایش دما و افزایش بار آلودگی را می‌نماید و باعث تلفات تعداد زیادی از ماهیان می‌شود که از آن جمله می‌توان به مشاهده‌ی تعدادی از اجساد بچه ماهیان در فصل تابستان در طول مسیر رودخانه بالاخص ایستگاه‌های پایین‌دست اشاره نمود. برداشت بی‌رویه شن و ماسه از بستر رودخانه و فرسایش شدید به جهت عدم پوشش گیاهی در رودخانه و اطراف آن که در نهایت موجب انباشته شدن رسوبات در قسمت‌های پایین درست رودخانه می‌گردد که یکی از پدیده‌های مؤثر جهت تخریب شرایط اکولوژیک و بیولوژیک آن اکوسیستم می‌باشد. یکی از دلایل کاهش غنای گونه‌ای و تراکم و فراوانی ماکروبنتوزها در این رودخانه را می‌توان به عدم وجود پوشش گیاهی مناسب در طول رودخانه نسبت داد، چرا که پوشش‌های گیاهی مأمن‌هایی را ایجاد نموده که سبب پیدایش زیستگاه‌های متنوع و در نتیجه افزایش تنوع گونه‌ای می‌گردد. همچنین امکان شرایط هوادهی در جریان نیز بیشتر می‌گردد. (میستری و فانو[1]، 2001).

آلوده‌شدن رودخانه به مواد شیمیایی به‌علت استعمال سموم شیمیایی حاصل از سمپاشی کشتزارها، مزارع و باغ‌ها به‌منظور مبارزه با آفات گیاهی بدون رعایت مسایل مربوط به حیات آبزیان که نتیجتاً سموم حاصل بوسیله‌ی آبیاری با بارندگی از خاک زمین‌های زیرکشت شسته شده و مقداری از آنها به رودخانه برمی‌گردد. به‌خصوص در مواقع کم شدن آب رودخانه آلودگی زیادی را به‌دنبال دارد و در نهایت در نامناسب ساختن محیط زیست تأثیر عمده‌ای به‌جای می‌گذارد. آلودگی‌ها و فاضلاب‌های ناشی از آلودگی‌های انسانی و طبیعی حاصل از پیشرفت صنایع کشور و تأسیس کارگاه‌های متعدد در جوار رودخانه و استفاده آنها از آب و رها ساختن فاضلاب بی‌آن‌که به دستگاه تصفیه مجهز باشند خطر مهمی برای زیست انواع آبزیان می‌باشند.

عمق قابل رؤیت در بیشتر طول سال صفر بوده که نشانگر سست‌بودن بستر و فرسایش خاک‌های اطراف در پی جریانات سریع و در نتیجه گل‌آلودگی بالای رودخانه می‌باشد. میزان موجودات بنتیک احتمالاً به‌علت جریان سریع و گل‌آلودگی بالای رودخانه از تراکم کمتری برخوردار هستند. ایستگاه‌های بالادست بیشتر تحت تأثیر خصوصیات آب سرچشمه بوده که در مسیر جریان به فاضلاب شهری و روستایی به‌خصوص فاضلاب شهری، شهرستان گنبد آلوده می‌گردد. میزان این آلودگی بسته به دبی آب، متفاوت می‌باشد. این ایستگاه‌ها در فصل تابستان فاقد جریان آب طبیعی بوده و فقط باریکه‌ای از فاضلاب‌های شهری و روستایی در آن جریان دارد. نتایج به‌دست آمده از روش‌های ساپروبی و هلسینهوف و پارامترهای فیزیکی، شیمیایی مؤید این مسأله می‌باشند.

سپاس‌گزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه انجام پذیرفته‌است و به‌این‌وسیله از زحمات و پشتیبانی معاونت محترم پژوهشی جناب آقای مهندس علیزاده و مدیر پژوهش این واحد جناب آقای مهندس رسولی، تشکر و قدردانی‌می شود.

[1] Mistri & Fano

منابع

1- ذوالریاستین، ن. **1382**، بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد واحد تهران شمال .

2- Aguiar, F.C, Ferreira, M.T.2002. Relative influence of environmental variables on macro invertebrates Assemblages. Journal of North American Benthological Society. 21 (1): 43-53

3- Clesceri, L.S, Green berg, A. E and Trussell, R (2003) Standard method. American Public Health Associations, Washington, U.S.A.444.P

4- Covich, A. P, Palmer. M. A. 1999. The role of benthic invertebrate Species in Freshwater ecosystems. Bio science 49 (2): 119-127

5- EPA. 2006. Volunteer Stream Monitoring: A methods Manual, EPA. 841-13- 97-003, office of water 4503 f, November 2003

6- Har Kantra, S.N, 1982. Studies on Macrobenthic Fauna of the inner swan sea buy. Indian J. Mar. Sci, vol 11(1)pp. 75-78

7- Hilsenhoff, W.L.1987. An improved biotic index of organic system pollution. The great lakes Entomologist. 20 (1): 31-39.

8- Hilsenhoff, W.L.1982. using a biotic index to evaluate quality in streams. Wisconsin Dept. of natural resources. Technical Bull. NO 132:1-22.

9- Holme, N.A, mclntyre, A.D.(1984). Methods for Study of Marine Benthos. Second Edition ox ford Black well Scientific Publication

10- Humpesch, U.H, Fesl.c.2002. The effect of river bed management on the habitat structure and Macro invertebrates community of a ninth order river, in Austria. Archir fur Hydrobiology .Large Rivers. 13(1):29-46

11- Joel M.Galloway, james c. (2003). Water quality and biological characteristics of the middle fork of the Saline river. Arkansas. Department of environmental quality Arkansas.

12- Lauchindla, Nitaya 1985. Ecology Buraphas and Banykok289 PP.

13- Lawrence. G. A.1979. Marine benthic diversity. A critique and alternative explanation Journal of Biogeography (6), PP.115-126

14- Mistri, M., Fano, E.A., Rossi, R., 2001. Macro fauna secondary production in a lagoon of the Po River Delta: an evaluation of estimation methods. Italian Journal of Zoology 68, 147-151.

15- Nazarova L, Semenov. B.2004. The State of benthic communities and water quality evaluation in the Cheboksary reservoir. Water resources. 31(3): 316-322

16- Witton 13. A.1975. River Ecology: studies in ecology Blackwell scientific Publication.