Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳، شماره۴، زمستان ۱۳۹۹

صفحات ۶۲۵ تا ۶۳۶

تنوع زیستی دیاتوم های رودخانه خرمارود، استان گلستان

عبدالکریم آق آتابای[۱]؛ جمیله پناهی میرزاحسنلو[۲]*؛ فرامرز رستمی چراتی[۳] و رضا اکبری[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه گنبدکاووس

۲-استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه گنبدکاووس

۳-دانشیار گروه شناخت مواد و تکنولوژی پژوهشکده حفاظت ومرمت آثار تاریخی-فرهنگی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری

۴-استادیار گروه شیمی دانشکده علوم پایه دانشگاه گنبدکاووس

(تاریخ دریافت۹۹/۰۴/۰۶-تاریخ پذیرش۹۹/۰۵/۲۱)

چکیده:

خرمارود از رودخانه های شهرستان آزادشهر در استان گلستان می‌باشد که از ارتفاعات جنوب‌شرقی این شهرستان سرچشمه گرفته به رودخانه گرگانرود و در نهایت دریای خزر می‌ریزد. دیاتوم‌ها، فلور جلبکی غالب را در اکوسیستم‌های آبی تشکیل می‌دهند و به عنوان معرف های شرایط محیطی مطرح هستند. به منظور شناسایی فلور دیاتومه‌ای رودخانه خرمارود نمونه‌برداری طی تابستان و پاییز ۱۳۹۶ از بسترهای سنگی و رسوب انجام گرفت. در این مطالعه به طور کلی تعداد ۶۰ گونه دیاتوم متعلق به ۳۲ جنس و ۲۰ تیره شناسایی شد. ۵۹ گونه متعلق به رده Bacillariophyceae و تنها ۱ گونه از رده Coscinodiscophycea بود. بزرگترین جنس *Nitzschia* با ۷ گونه بود و جنس‌های *Navicula* و *Gomphonema* با ۵ گونه رده‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. بیشترین فراوانی‌ها مربوط به گونه‌های *Cymbella affinis*، *Cocconeis placentula*، *Achnanthidium minutissimum*، *Achnanthidium gracillimum*، *Encyonopsis minuta*، *Gomphonema olivaceum* و *Nitzschia inconspicua* بود. براساس نتایج شاخص های تنوع ایستگاه سوم که تحت تأثیر روانابهای استخر پرورش ماهی قرار داشت دارای تنوع گونه ای کمتر و در وضعیت شدیداً آلوده قرار داشت و بقیه ایستگاهها کمی آلوده بودند. همچنین در تمامی ایستگاهها نمونه‌های مربوط به رسوب تنوع بیشتری نسبت به بستر سنگی داشتند که می تواند اینطور توجیه شود که نمونه های رسوب نسبت به بستر سنگی کمتر از وضعیت شیمیایی آب تأثیر می پذیرند.

کلید واژگان : تاکسونومی، جلبک، شاخص تنوع شانون، فلور

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۱۷۳۳۲۶۶۷۰۰ ایمیل: panahi@gonbad.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

جلبکها، تولیدکنندگان مهم مواد آلی در محیطهای آبی می‌باشند و با فراهم کردن غذا و انرژی برای تمام موجودات زنده نقش حیاتی در دریاچه‌ها، استخرها، نهرها و رودخانه‌ها ایفا می‌کنند (Addy and Green, 1966). ترکیب تاکسونومی جلبک‌های کفزی و اپی‌فیتیک (گیاه‌زی) به عنوان نشانگر موقعیت اکولوژیک اکوسیستم آب شیرین، کیفیت آب، تغییرات اکولوژیک متغیرهای محیطی اکوسیستم و موقعیّت تروفیک آنها عمل می‌کند (Gross *et al.*, 2003; DeNicola *et al.*, 2004). دیاتوم‌ها جلبکهای تک سلولی، بعضی‌وقتها کلنی‌شکل هستند که تقریباً در هر زیستگاه آبی یافت می‌شوند. سلولها بوسیلهٔ یک دیوارهٔ سلولی دوبخشی سخت احاطه شده است که از سیلیس تشکیل شده است، این دیواره فروستول نامیده می‌شود که از دو بخش اپی‌تکا و هیپوتکا تشکیل شده است. مادهٔ سیلیس با الگوهای منظمی در روی فروستول رسوب می‌کند که باعث تزئینات خاصی می‌شود که پایه‌ای برای رده بندی و شناسایی دیاتومها می‌باشد (Lee, 2008). دیاتومها از نظر تغذیه و زنجیره‌های غذایی نقش بیولوژیکی مهمی دارند و حتی برخی از گونه‌های آنها شاخص‌های مهمی در شناسایی کیفیت آب هستند و جمعیت‌های مطلوبی برای مشخّص کردن کیفیت آب به شمار می‌آیند (Clesceri *et al.*, 1999). دیاتومهای آب شیرین بسیار متنوع هستند (Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2002). در مورد فلور دیاتومهای اکوسیستم‌های آبی کشور بررسی‌های محدودی صورت پذیرفته است از جمله مطالعات اولیه می‌توان به مطالعات Hirano (۱۹۷۳) اشاره کرد که در مطالعه جلبکهای آب شیرین مزوپوتامی، نمونه‌هایی را نیز از ایران جمع‌آوری کرد که عمدتاً شامل دیاتومها بود. Wasylik (۱۹۷۵)، ۳۶۹ تاکسون جلبکی را از چندین اکوسیستم عمدتاً در نقاط غربی ایران شناسایی کرد که از بین آنها ۲۵۱ تاکسون شامل دیاتومها بود. در سالهای اخیر نیز مطالعات چندی بر روی دیاتوم‌های اکوسیستم‌های آبی ایران انجام شده است که می‌توان به مطالعهٔ Nejadsattai (۲۰۰۵) در دریاچه نئور، Soltanpour Gargari و همکاران (۲۰۱۱) در رودخانه‌های رامسر، Panahy Mirzahasanlou و همکاران (۲۰۱۸) در رودخانه بالیخلو و Kheiri و همکاران (۲۰۱۹) در رودخانه کرج اشاره کرد. باتوجه به‌اینکه تاکنون مطالعه‌ای درمورد دیاتومهای رودخانه خرمارود صورت نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف شناسایی دیاتومهای اپی‌لیتیک و اپی‌پلیک رودخانه خرمارود و بررسی تنوع گونه ای آنها انجام گرفت.

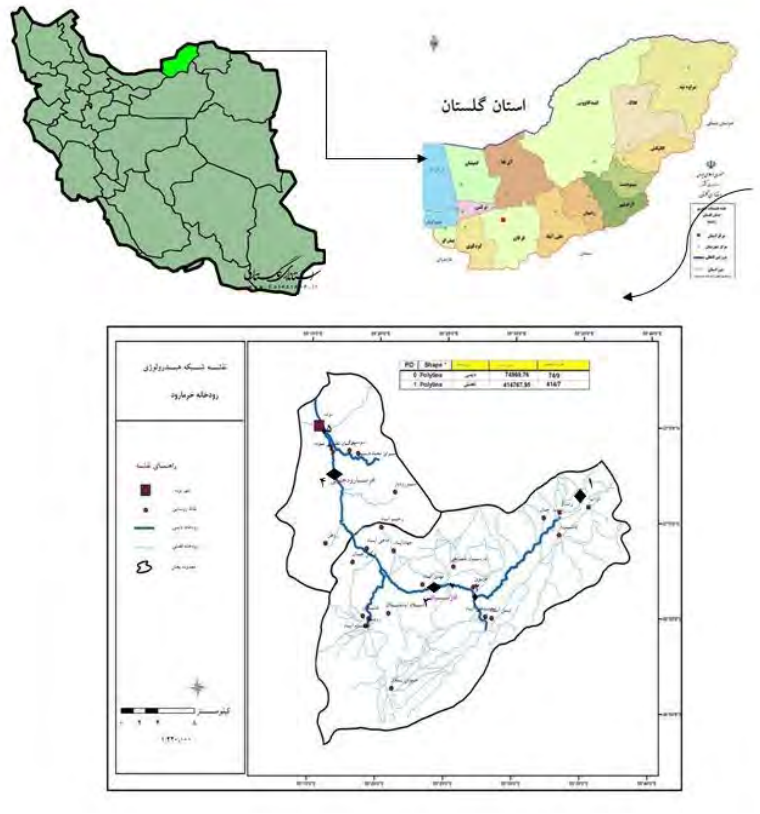
۲. مواد و روش‌ها

رودخانه خرمارود مهمترین رودخانه شهرستان آزادشهر واقع در استان گلستان است شکل ۱ که از جنوب‌شرقی این حوضه آبریز سرچشمه گرفته و با حرکت به سوی گرگانرود به دریای خزر منتهی می‌گردد. از نظر مختصات جغرافیایی بین '۱۵ و°۵۵ تا '۴۰ و°۵۵ طول شرقی و '۵۰ و°۳۶ تا '۵ و°۳۷ عرض شمالی قرار گرفته است. از نظر جغرافیایی و تقسیمات کشوری در محدوده شهرستان آزادشهر قرار دارد که با گذر از روستاهای نراب، وامنان، کاشیدار، تیل‌آباد، فارسیان، رحیم‌آباد، نوده، قزلجه و با حرکت به سوی گرگانرود به حوضه آبریز جنوبی دریای خزر منتهی می‌گردد. برای نمونه برداری دیاتوم ها در رودخانه‌ها موارد خاصی نظیر منابع آلودگی، وجود

www.SID.ir

Archive of SID

موانعی نظیر سد، فعالیتهای انسانی (فعالیتهای تفریحی، کشاورزی و ...) مدنظر قرار می گیرد (Bellinger and sigee, 2010). دراین مطالعه نمونه‌برداری طی تابستان و پاییز ۱۳۹۶ از بسترهای سنگی و رسوب ۵ ایستگاه رودخانه شامل ۱: منطقه بکر، ۲:منطقه تحت‌تاثیر کشاورزی، ۳: منطقه تحت‌تأثیراستخر پرورش ماهی، ۴: منطقه جنگلی و ۵: منطقه شهری انجام شد (شکل ۱). برای نمونه برداری بسترهای سنگی، نمونه‌ها با استفاده از مسواک از سطح سنگ تراشیده شدند. برای نمونه برداری رسوب نیز بخشی از رسوب به آرامی به ظرف نمونه برداری منتقل شد (Bellinger and Sigee, 2010). نمونه های جمع‌آوری شده با فرمالین ۴٪ تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر ایستگاه نمونه‌برداری، همراه با نمونه‌های جلبکی، نمونه‌های آب نیز در ظروف یک لیتری برداشته شد و جهت آنالیز میزان نیترات، آمونیوم و فسفات به آزمایشگاه منتقل گردید (Clesceri *et al.*, 1999). میزان اکسیژن محلول، دما، هدایت الکتریکی، شوری، pH و TDS نیز با استفاده از دستگاه پرتابل HQ-40d در محل اندازه گیری شد.



شکل ۱- موقعیت رودخانه مورد مطالعه و ایستگاههای نمونه برداری

نمونه های دیاتومی به روش شستشو با اسید (Taylor *et al.*, 2007) آماده‌سازی شده و اسلایدهای دائمی تهیه شد، سپس نمونه ها با میکروسکوپ نوری بررسی شده و عکسهای میکروسکوپی تهیه شد. برای شناسایی دیاتومها، عکسهای تهیه شده با استفاده از منابع فلورستیک دیاتومی مورد شناسایی قرار گرفت (Krammer and Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b; Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2002;

www.SID.ir

Archive of SID

Krammer, 2003; Bahls, 2006; Jüttner *et al.*, 2018). در هر اسلاید ۳۰۰ تا ۴۰۰ والو شمارش شده فراوانی نسبی آنها بدست آمد و شاخص‌های تنوع شامل شاخص شانون وینر و شاخص یکنواختی با استفاده از نرم‌افزار Past 3.1 محاسبه گردید (Hammer *et al.*, 2001).

۳. نتایج

طی دوره مورد مطالعه، دامنه نوسانات دما در رودخانه موردنظر بین ۳-۱۵/۲۰ °C بود. میزان نیترات بین ۲/۴-۷/۰۲ $mg.l^{-1}$، فسفات بین ۰/۰۰۶-۰/۰۰۲ $mg.l^{-1}$، آمونیوم بین ۰/۰۱۶-۰/۰۲۲ $mg.l^{-1}$، میزان هدایت الکتریکی بین ۵۳۱-۱۸۰۶ $\mu s.cm^{-1}$، TDS بین ۲۵۷-۹۰۷ $mg.l^{-1}$، اکسیژن محلول بین ۸/۹-۹/۷۵ $mg.l^{-1}$، میزان pH بین ۷/۳۴-۷/۵۲ و میزان شوری بین ۰/۲۵-۰/۹۱ متغیّر بود.

در این مطالعه ۶۰ گونه متعلق به ۳۲ جنس و ۲۰ تیره و ۲ رده شناسایی شد (جدول ۱ و شکلهای ۴ تا ۳۹). تعداد ۵۹ گونه متعلّق به رده Bacillariophyceae و تنها ۱ گونه متعلّق به رده Coscinodiscophyceae بود. از نظر جنس‌ها نیز *Nitzschia* با ۷ گونه و *Navicula* و *Gomphonema* با ۵ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند و بعد از آن جنس *Cymbella* با ۴ گونه قرار داشت. ۵۶/۴۵ ٪ نمونه‌های دیاتومی شناسایی شده در هردو نمونه (اپی‌پل و اپی‌لیت) حضور داشتند، ۳۷٪ از نمونه‌ها تنها در نمونه اپی‌پل حضور داشتند و ۶/۳۵ ٪ فقط در نمونه اپی‌لیت شناسایی شدند (جدول۱).

جدول ۱- فهرست دیاتوم های شناسایی شده در رودخانه خرمارود به تفکیک رده و تیره

اسم علمی	اپی لیت	اپی پل
Bacillariophyceae		
Achnanthidium gracillimum (F.Meister) Lange- Bertalot	+	+
Achnanthidium minutissimum (Kutzing) Czarnecki	+	+
Amphora copulata (Kutzing) Schoeman & R.E.M. Archibald	–	+
Amphora pediculus (Kutzing) Grunow	+	+
Brachysira microcephala (Grunow) Compere	+	+
Caloneis budensis (Grunow) Krammer	–	+
Caloneis sp.	–	+
Cocconeis pediculus Ehrenberg	+	+
Cocconeis placentula Ehrenbrg	+	+
Craticula buderi (Hustedt) Lange-Bertalot	+	+
Cymbella affinis Kutzing	+	+
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchner	+	+
Cymbella compacta Østrup	–	+
Cymbella parva (W.Smith) Kirchner	+	+

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱- فهرست دیاتوم های شناسایی شده در رودخانه خرمارود به تفکیک رده و تیره

اسم علمی	اپی لیت	اپی پل
Cymbopleura amphicephala (Nageli) Krammer	+	+
Cymbopleura citrus (J.R.Carter & Bailey-Watts) Krammer	–	+
Diatoma monoliformis Kutzing	+	+
Diatoma vulgaris Bory	–	+
Denticula kuetzingii Grunow	+	+
Diploneis cf. *boldtiana* Cleve	–	+
Encyonema minutum (Hilse) D.G.Mann	+	+
Encyonema silesiacum (Bleisch) D.G.Mann	+	+
Encyonopsis minuta Krammer & E.Reichardt	+	+
Entomoneis alata (Ehrenberg) Ehrenberg	–	+
Entomoneis paludosa (W.Smith) Reimer	–	+
Fragilaria vaucheriae (Kütz.) J.B.Petersen	–	+
Gomphonema angustatum (Kutzing) Rabenhorst		
Gomphonema angustum C.Agardh	+	+
Gomphonema olivaceum (Homemann) Brebisson	+	+
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	+	+
Gomphonema truncatum Ehrenberg	–	+
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	–	+
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow	–	+
Karayevia clevei (Grunow) Bukhtiyarova	–	+
Luticola goeppertiana (Bleisch) D.G.Mann ex J.Rarick, S.Wu, S.S.Lee &Edlund	+	+
Navicula capitatoradiata H.Germain	+	+
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	+	+
Navicula erifuga Lange-Bertalot	+	+
Navicula rostellata Kützing	–	+
Navicula tripunctata (O.F.Muller) Bory	–	+
Nitzschia commutatoides Lange-Bertalot	+	+
Nitzschia dissipata (Kutzing) Rabenhorst	+	+
Nitzschia fonticola (Grunow) Grunow)	+	+
Nitzschia inconspicua Grunow	+	+
Nitzschia liebetruthii	–	+
Nitzschia linearis W. Smith	+	+

www.SID.ir

Archive of SID

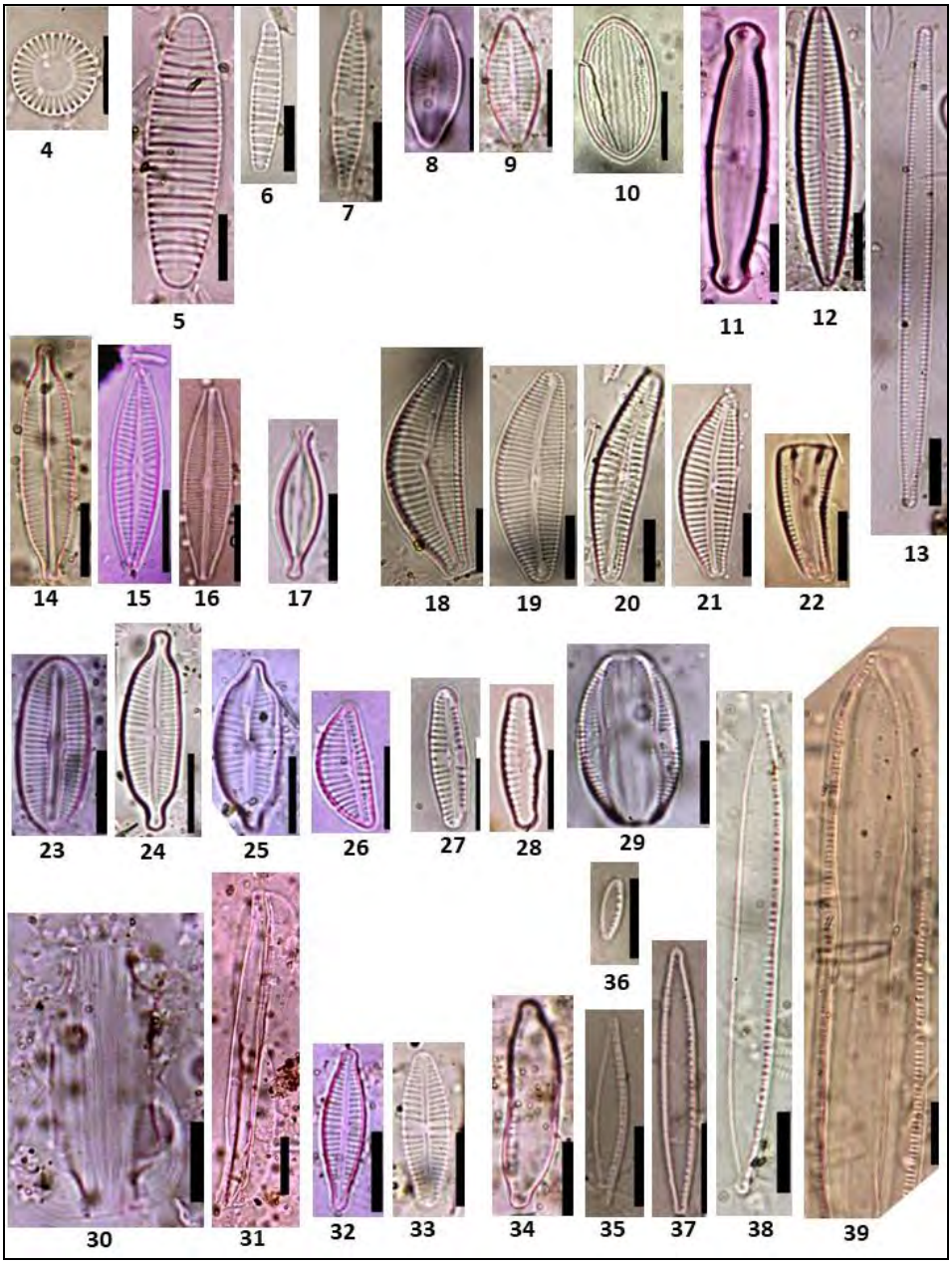
ادامه جدول ۱- فهرست دیاتوم های شناسایی شده در رودخانه خرمارود به تفکیک رده و تیره

اسم علمی	اپی لیت	اپی پل
*Nitzschia palea (*Kutzing) W.Smith	+	+
Pinnularia brebissonii (Kützing) Rabenhorst	+	+
Planothidium lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+	+
Reimeria sinuata (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	+	–
Reimeria uniseriata S.E.Sala, J.M.Guerrero & M.E.Ferrario	+	–
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) Lange-Bertalot	+	+
Sellaphora pupula (Kutzing) Mereschkovsky	–	+
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot	+	+
Surirella minuta Brebisson ex Kutzing	–	+
Surirella sp.	–	+
Tabularia fasiculata (Agardh) Williams and Round	+	+
Tryblionella apiculata W.Gregory	–	+
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compere	+	+
Coscinodiscophyceae		
Cyclotella meneghiniana Kützing	+	+

بیشترین فراوانی‌ها متعلّق به گونه‌های *Achnanthidium gracillimum* (بیشترین فراوانی نسبی ۳۸/۲۲ ٪)، *Achnanthidium minutissimum* (۳۰/۲۲)، *Cocconeis placentula* (بیشترین فراوانی نسبی ۲۳/۳)، *Cymbella affinis* (۱۶/۷۸)، *Encyonopsis minuta* (بیشترین فراوانی نسبی ۴۴/۲۵ ٪)، *Gomphonema olivaceum* (بیشترین فراوانی نسبی ۱۶/۵ ٪) و *Nitzschia inconspicua* (بیشترین فراوانی نسبی ۳۷/۲۹ ٪) بود. نتایج محاسبه شاخص‌های تنوع نشان داد که بیشترین میزان شاخص تنوع گونه‌ای در نمونه اپی‌پل ایستگاه اول (منطقه بکر) (۲/۹۵) و کمترین مقدار آن در نمونه اپی‌لیت ایستگاه سوم (بعد از استخر پرورش ماهی) (۰/۸۷۶) محاسبه گردید. بطور کلی نمونه‌های اپی‌پل در هر ایستگاه تنوع بالایی نسبت به نمونه‌های اپی‌لیت داشتند (شکل ۲). از نظر یکنواختی نیز بیشترین میزان آن در نمونهٔ اپی‌پل ایستگاه پنجم (منطقه شهری) (۰/۷۱۳) و کمترین مقدار آن در نمونهٔ اپی‌لیت ایستگاه سوم (بعد از استخر پرورش ماهی) (۰/۱۴۸) اندازه‌گیری شد (شکل۳).

www.SID.ir

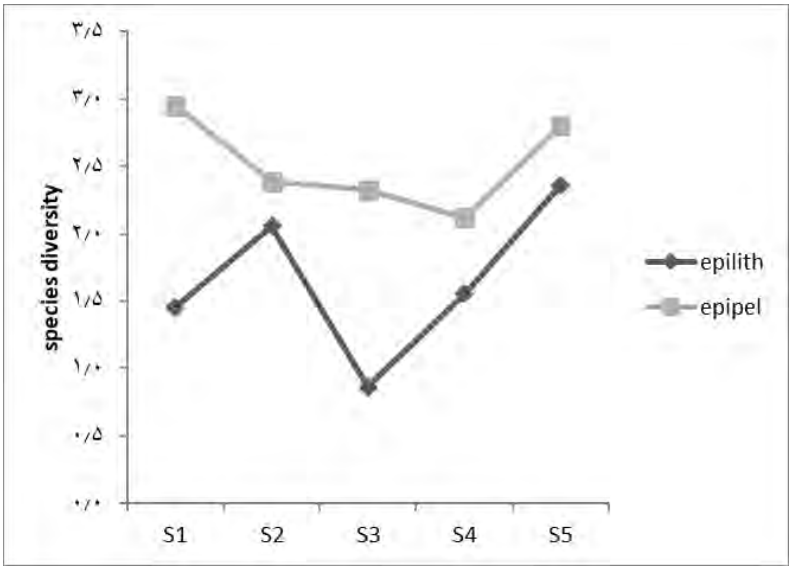
Archive of SID



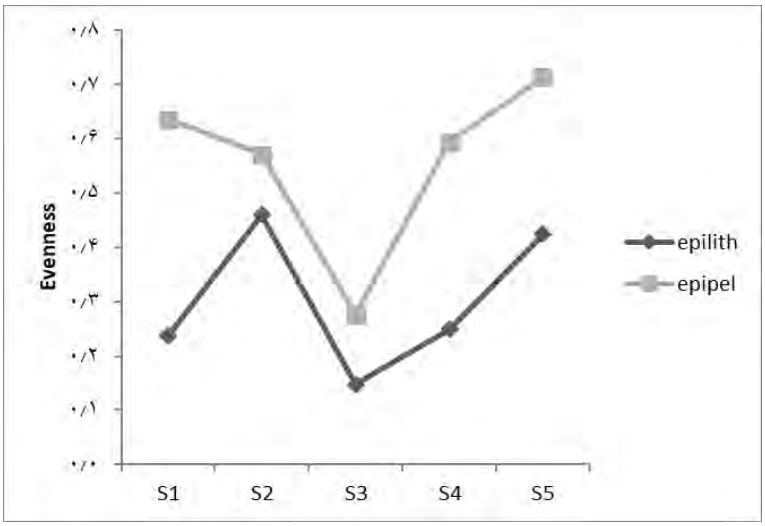
اشکال ۴ تا ۳۹. تصاویر میکروسکوپ نوری برخی از دیاتوم های شناسایی شده در رودخانه خرمارود. ۴: *Cyclotella meneghiniana*. ۵: *Diatoma vulgaris*. ۶: *Diatoma monoliformis*. ۷: *Fragilaria vaucheriae*. ۸ و۹: *Karayevia clevei*. ۸: والو دارای رافه، ۹: والـو فاقـد رافـه. ۱۰: *Cocconeis placentula*. ۱۱: *Caloneis budensis*. ۱۲: *Navicula tripunctata*. ۱۳: *Tabularia fasiculata*. ۱۴: *Navicula rostellata*. ۱۵: *Navicula cryptotenella*. ۱۶: *Craticula buderi*. ۱۷: *Brachysira microcephala*. ۱۸: *Cymbella cistula*. ۱۹: *Cymbella compacta*. ۲۰: *Cymbella parva*. ۲۱: *Cymbella affinis*. ۲۲: *Rhoicosphenia abbreviata*. ۲۳: *Diploneis* cf. *boldtiana*. ۲۴: *Cymbopleura amphicephala*. ۲۵: *Cymbopleura citrus*. ۲۶: *Encyonema minutum*. ۲۷: *Reimeria uniseriata*. ۲۸: *Reimeria sinuata*. ۲۹: *Amphora copulata*. ۳۰: *Gomphonema angustatum*. ۳۱: *Entomoneis paludosa*. ۳۲: *Entomoneis alata*. ۳۳: *Gomphonema parvulum*. ۳۴: *Hantzschia amphioxys*. ۳۵: *Nitzschia fonticola*. ۳۶: *Nitzschia inconspicua*. ۳۷: *Nitzschia palea*. ۳۸: *Nitzschia linearis*. ۳۹: *Nitzschia commutatoides*. مقیاس= ۱۰ µm.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- میزان شاخص تنوع شانون در دو بستر اپی پل و اپی لیت در ایستگاههای رودخانه خرمارود



شکل ۳- میزان یکنواختی در دو بستر اپی پل و اپی لیت در ایستگاههای رودخانه خرمارود

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر اولین بررسی و معرفی دیاتوم‌های رودخانه خرمارود می باشد. در رودخانه خرمارود، بزرگترین جنس‌ها از نظر تعداد گونه *Nitzschia* و بعد از آن *Navicula*، *Gomphonema* و *Cymbella* گزارش شدند. جنس‌های *Nitzschia*، *Gomphonema*، *Cymbella* و *Navicula* دارای تعداد گونه های زیادی بوده و در اکوسیستم های آبی معمول هستند (Fourtanier and Kociolek, 2009). در بیشتر بررسی‌های فلورستیکی انجام شده در رودخانه های دنیا کمابیش چنین وضعیتی مشاهده شده است (Morales *et al.*, 2009؛ Heinrich *et al.*, 2014، Isheva and Verma *et al.*, 2016؛ Ivanov, 2016). نتایج مشابهی در سایر مطالعات انجام شده در ایران نیز بدست آمده است، از جمله در مطالعهٔ Masoudian و همکاران (۲۰۰۹) در رودخانه تجن جنس‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Navicula، *Nitzschia* و *Cymbella* دارای بیشترین تعداد گونه‌ها گزارش شدند. Pourheydar Khoshkrudi و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی رودخانه بابلرود جنس‌های *Navicula*، *Nitzschia*، *Achnanthes*، *Cymbella* و *Gomphonema* را به عنوان بزرگترین جنسها معرفی کردند. Panahy Mirzahasanlou و همکاران نیز (۲۰۱۸) در مطالعه بر روی دیاتومه های رودخانه بالیخلو، بزرگترین جنس‌ها را *Navicula*، *Nitzschia* و *Gomphonema* معرفی کردند. از نظر نوع گونه های موجود در مقایسه فلور دیاتومه‌ای رودخانه خرمارود با رودخانه های مجاور مطالعه شده در استان گلستان، شامل رودخانه زرین گل (Dadgar, 2016) چهل چای (Lakzaie *et al.*, 2018) و رودخانه قره چای رامیان (Bayani, 2018)، ۱۷ گونه در هر ۴ رودخانه حضور داشتند، تعدادی از گونه ها نیز بین دو یا سه رودخانه مشترک بود، امّا رودخانه خرمارود از نظر حضور گونه های *Caloneis budensis*، *Craticula buderi*، *Cymbopleura citrus*، *Diploneis* cf. *boldtiana*، *Entomoneis alata*، *E. paludosa*، *Fragilaria vaucheriae*، *Hantzschia amphioxys*، *Karayevia clevei*، *Luticola goeppertiana*، *Navicula erifuga*، *Nitzschia commutatoides* و *Reimeria uniseriata* در بین سه رودخانه دیگر منحصربفرد است. بطور کلی شباهتها و تفاوتهای بین رودخانه‌های مختلف بیشتر به ویژگیهای زمین شناختی و هیدرولوژیکی همچنین تأثیرات انسانی بستگی دارد.

در این مطالعه بیشترین فراوانی‌ها متعلّق به گونه‌های *Achnanthidium gracillimum*، *A. minutissimum*، *Cocconeis placentula*، *Cymbella affinis*، *Encyonopsis minuta*، *Gomphonema olivaceum* و *Nitzschia inconspicua* گزارش شد. گونه‌های *Achnanthidium gracillimum* و *Cymbella affinis* در مطالعهٔ Lakzaie و همکاران نیز جزو گونه‌های دارای فراوانی بیشتر گزارش شدند (۲۰۱۸). در مطالعه حاضر دیاتومهای متعلق به دو بستر سنگی و رسوب مورد مطالعه قرار گرفتند. بطور کلی به اعتقاد برخی محققان ترکیب گونه‌ای و فراوانی دیاتومهای یک ایستگاه می‌تواند در بسترهای مختلف متفاوت باشد چون گونه‌ها به یک بستر بهتر از بسترهای دیگر سازگاری پیدا می‌کنند (Potapova and Charles, 2005؛ Fisher and Dunbar, 2007). نوع بستر می‌تواند پاسخ جمعیت های دیاتومی به استرسهای انسانی را تحت تأثیر قرار دهد (Bere, 2010). در این مطالعه قسمت عمدهٔ گونه‌های شناسایی شده در هردو بستر یافت شدند، تعدادی از آنها تنها در بستر اپی‌پل و تنها تعداد اندکی منحصراً در بستر اپی‌لیت یافت شدند. البته این نتایج می‌تواند تحت تأثیر تعداد دفعات و ایستگاههای نمونه برداری قرار گیرد چون گرچه در خیلی از موارد نتایج ما با نتایج Panahy Mirzahasanlou و همکاران نیز (۲۰۱۸) در رودخانه بالیخلو شباهت نشان می‌دهد، امّا تفاوتهایی نیز مشاهده می‌شود، از جمله اینکه در مطالعهٔ ما گونه *Nitzschia commutatoides* در هر دو بستر سنگی و رسوب مشاهده شد، در حالیکه در مطالعهٔ ذکر شده تنها در بستر رسوب مشاهده شد. از طرف دیگر گونهٔ *Tryblionella apiculata* در مطالعهٔ رودخانه بالیخلو در هر دو بستر گزارش شده است، در حالیکه در مطالعهٔ ما بصورت نادر تنها بصورت اپی‌پل یافت

www.SID.ir

Archive of SID

شد. *Entomoneis paludosa* و *Gomphonema truncatum* در مطالعهٔ ما بصورت اپی‌پل یافت شدند در حالیکه در رودخانه بالیخلو اپی‌لیت گزارش شده است.

در این مطالعه از شاخص های تنوع جهت بررسی کیفیت آب استفاده شد. شاخص‌های تنوع در ایستگاههای مختلف در دو بستر محاسبه گردید. مقدار شاخص تنوع شانون وینر بین ۵-۱ متغیّر است و هرچه مقدار شاخص به ۱ نزدیکتر باشد، نشاندهندهٔ این است که یک یا تعداد کمی از گونه‌ها فراوانی بالا را به خود اختصاص داده‌اند که یا نشاندهندهٔ آلودگی آب یا دیگر آشفتگی‌های زیستگاه می‌باشد. در این مطالعه کمترین مقدار شاخص تنوع در ایستگاه بعد از استخر پرورش ماهی (ایستگاه سوم) محاسبه گردید، همچنین این ایستگاه از نظر یکنواختی نیز کمترین مقادیر را دارا بود که نشاندهندهٔ ورود آلودگی‌های ناشی از پرورش ماهی از جمله مواد مغذی و مواد دفعی ماهیان پرورشی به داخل رودخانه می باشد که باعث رشد بیش از حد تعداد کمی از گونه‌های دارای تحمل بالا شده است که در نتیجه تنوع گونه‌ای کاهش یافته است. Bere (۲۰۱۰) معتقد است که تنوع گونه‌ای، یکنواختی و غنای گونه‌ای در ایستگاههای غیر آلوده نسبت به ایستگاههای آلوده نسبتا بیشتر است. Salusso و Moraňa (۲۰۰۰) طبقه بندی را براساس شاخص شانون پیشنهاد کرده اند که مقادیر شاخص تنوع شانون بالاتر از ۳ نشان دهنده وضعیت آب تمیز، مقادیر ۳– ۱ بیانگر وضعیت کمی آلوده و مقادیر کمتر از ۱، نشان دهنده وضعیت شدیداً آلوده می باشد؛ که طبق این تقسیم بندی نیز ایستگاه سوم براساس داده های اپی لیت دارای وضعیت شدیداً آلوده و بقیه ایستگاهها کمی آلوده هستند. همچنین در مطالعه حاضر بطور کلی نمونه‌های اپی‌پل در هر ایستگاه تنوع بالایی نسبت به نمونه‌های اپی‌لیت داشتند. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که تنوع و ترکیب گونه‌ای دیاتوم‌ها در بین سوبستراهای نرم و سخت در مقیاس کوچک متفاوت است. همچنین جلبکهایی که در رسوبات رشد می‌کنند نسبت به نمونه‌های اپی‌لیت بیشتر تحت تاثیر وضعیت شیمیایی رسوب قرار می‌گیرند تا ستون آبی (Potapova and Charles, 2005). بطور کلی رودخانه خرمارود با داشتن ۶۰ گونه متعلق به ۳۲ جنس و ۲۰ تیره و ۲ رده و گونه هایی که در این مطالعه یافت شد، نسبت به رودخانه های همجوار مطالعه شده از تنوع خوبی برخوردار بود. اگرچه نیاز به مطالعات جامع تر با تعداد دفعات نمونه برداری بیشتر برای معرفی دقیق‌تر فلور دیاتومی این رودخانه و یافتن ارتباط پراکنش دیاتوم ها با پارامترهای محیطی ضروری به نظر می رسد. بررسی نتایج شاخص های تنوع نیز نشاندهندهٔ توان خودپالایی رودخانه می باشد.

References

Addy, K. and Green. L., 1966. Algae in Aquatic Ecosystems. University of Rhode Island College of Resource Development,Department of Natural Resources Science. Cooperative Extension Fact Sheet. 96: 1-4.

Bahls, L.L., 2006. Northwest Diatoms, A Photographic Catalogue of Species in The Montana Diatom Collection. Montana Diatom Collection.

Bayani, M., 2018. Investigation of the Epiithic Diatoms in Gharah Chay River of Ramian in

www.SID.ir

Archive of SID

Golestan province. MSc thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. (in Persian).

Bellinger, E. and Sigee, D., 2010. Freshwater Algae. Identification and Use as Bioindicators. First edition. John Wiley & Sons, Ltd C.

Bere, T., 2010. Benthic diatom community structure and habitat preferences along an urban pollution gradient in the Monjolinho River, Sao Carlos, SP, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia 22(1):80-92.

Clesceri, L., Greenberg, A.E. and Eaton, A.D., 1999. Standard methods for examination of water and wastewater. American public health association, American water works Association, Water environment federation. Waldorf, Maryland.

Dadgar, A., 2016. Investigation of the Epilithic Diatoms in the Zarringol River of Golestan Province. MSc thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. (in Persian).

DeNicola, D.M., deEyto, E., Wemaere, A. and Irvine, K., 2004. Using Epilithic algal communities to assess trophic status in Irish lakes. Journal of Phycology 40 (3):481-495.

Fisher, J. and Dunbar, M.J., 2007. Towards a representative periphytic diatom sample. Hydrology and Earth Systems Science 11: 399-407.

Fourtanier, E. and Kociolek, J.P., 2009. Catalogue of diatom names. San Francisco, California, USA, California Academy of Sciences.

Gross, E.M., Feldbaum, C. and Graf, A., 2003. Epiphyte biomass and elemental composition on submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. Hydrobiologia 506–509: 559–565.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and P.D. Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.

Heinrich, C.G., Leal, V.L., Schuch, M., Dupont, A. and Lobo, E.A., 2014. Epilithic diatoms in headwater areas of the hydrographical subbasin of the Andreas Stream, RS, Brazil, and their relation with eutrophication processes. Acta Limnologica Brasiliensia 26(4): 347-355.

Hirano, M., 1973. Freshwater Algae from Mesopotamia. Contributions from the Biological laboratory. Kyoto University 24; 105-119.

Isheva, T. and Ivanov, P., 2016. Epilithic diatom flora from sub-Mediterranean intermittent rivers in Bulgaria during two hydrological periods. Botanica Serbica 40(2): 153-160.

Jüttner I., H. Bennion, C. Carter, E.J. Cox, L. Ector, R. Flower, V. Jones, M.G. Kelly, D.G. Mann, C. Sayer, J.A. Turner and Williams, D.M., 2018. Freshwater Diatom Flora of Britain and Ireland. Amgueddfa Cymru National Museum Wales. Available online at https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/diatoms.

Kheiri, S., Solak, C.N., Edlund, M.B., Spaulding, S., Nejadsattari, T., Asri, Y. and Hamdi, S.M.M., 2019. Biodiversity of diatoms in the Karaj River in the Central Alborz, Iran. Diatom Research 33(3): 355-380.

Krammer, K., 2002. *Cymbella*. Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats 3, 1–584.

Krammer, K., 2003. *Cymbopleura*, Delicata, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. – Diatoms of Europe 4: 1–530.

Krammer, K. and Lange-Bertalot., H., 1986. Bacillariophyceae, Vol 1. Naviculaceae. In: Etti, H. Gerloff, J. Heyning, H. Mollenhauer, D. (eds), Susswasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag. Jena.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1988. Bacillariophyceae, Vol 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Etti, H. Gerloff, J. Heyning, H. Mollenhauer, D. (eds), Susswasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1991a. Bacillariophyceae, Vol 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Etti, H. Gerloff, J. Heyning, H. Mollenhauer, D. (eds), Susswasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

Krammer, K. and LangeBertalot, H., 1991b. Bacillariophyceae, Vol 4. Achnanthaceae. Kritische Erganzungenzu *Navicula* (Lineolatae) und

www.SID.ir

Archive of SID

Gomphonema. In: Etti, H. Gerloff, J. Heyning, H. Mollenhauer, D. (eds), Susswasserflora von Mitteleuropa, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

Lakzaie, F., Panahy Mirzahasanlou, J., Gholizadeh, M. and Daneshvar, A., 2018. Ecological study of the diatoms in Chehel Chay River of Minudasht in Golestan province. *Journal of Aquatic Production and Utilization* 7(3): 41-51. (in Persian).

Lange-Bertalot, H., 2001. *Navicula* sensu lato. Diatoms of Europe. Diatoms of European Inland Waters and Comparable Habitats 2, 1–526.

Lee, R.E., 2008. Phycology. Cambridge University Press, New York.

Masoudian N., Fallahian, F., Nejadsattari, T., Mattaji, A. and Khavarinejad,R., 2009. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Tajan River, Mazandaran province, Iran. Biological Sciences (Danish-I Zisti-I Iran) 4: 57-66. (in Persian).

Morales, E.A., Fernandez, E. and Kociolek, P.J., 2009. Epilithic diatoms (Bacillariophyta) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America 3: diatoms from Sehuencas, Carrasco National Park, Department of Cochabamba. Acta Botanica Croatica 68(2): 263-283.

Nejadsattari, T., 2005. The diatom flora of lake Neure, Iran. Diatom Research 20: 313-333.

Panahy Mirzahasnlou, J., Nejadsattari, T., Ramezanpour, Z., Imanpour Namin, J. and Asri, Y., 2018. The epilithic and epipelic diatom flora of the Balikhli River, Northwest Iran. Turkish Journal of Botany 42:518-532.

Potapova, M. and Charles, D.F., 2005. Choice of substrate in algae-based water quality assessment. Journal of North American Benthological Society 24: 415-427.

Pourheydar Khoshkrudi, B., Jafari, N. and Naqinezhad, A., 2014. An ecological and floristic study of the diatoms in Babolrud River. Iranian Journal of Plant Biology 6 (19): 43-56. (In Persian).

Salusso, M.M. and Moraňa, L.N., 2000. Caracteristicas fisicas, quimicas y fitoplancton de rios y embalses de la alta Cuenea del Rio Juramento (Salta, Argentina). Natura Neotropicalis 31:29-44.

Soltanpour Gargari, A., Lodenius, M., and Hinz, F., 2011. Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from streams in Ramsar, Iran. Acta Botanica Croatica 70(2): 167-190.

Taylor, J.C., Harding, W.R. and Archibald, C.G.M., 2007. A methods manual for the collection, preparation and analysis of diatom samples.ver. 1.Water Research Commission.

Verma, J., Nautiyal, P. and Srivastava, P., 2016. Diversity of diatoms in the rivers of Bundelkhand Plateau: a multivariate approach for floral patterns. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences 6(1): 66-77.

Wasylik, K., 1975. Notes on the Freshwater Algae of Iran. Fragmenta Floristica et geobotanica 3: 369-396.

www.SID.ir