

## تنوع زیستی دیاتوم های رودخانه خرمارود، استان گلستان

عبدالکریم آق آتابای<sup>۱</sup>؛ جمیله پناهی میرزاحسنلو<sup>۲\*</sup>؛ فرامرز رستمی چراتی<sup>۳</sup> و رضا اکبری<sup>۴</sup>

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

۲- استادیار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه گنبد کاووس

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

فرهنگی و گردشگری

۴- استادیار گروه شیمی دانشکده علوم پایه دانشگاه گنبد کاووس

(تاریخ دریافت ۹۹/۰۴/۰۶- تاریخ پذیرش ۹۹/۰۵/۲۱)

### چکیده:

خرمارود از رودخانه های شهرستان آزادشهر در استان گلستان می باشد که از ارتفاعات جنوب شرقی این شهرستان سرچشمه گرفته به رودخانه گرگانرود و در نهایت دریای خزر می ریزد. دیاتوم ها، فلور جلبکی غالب را در اکوسیستم های آبی تشکیل می دهند و به عنوان معرف های شرایط محیطی مطرح هستند. به منظور شناسایی فلور دیاتومه ای رودخانه خرمارود نمونه برداری 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 Coscinodiscophyceae بود. بزرگترین جنس *Nitzschia* با ۷ گونه بود و جنس های *Navicula* و *Gomphonema* با ۵ گونه رده های بعدی را به خود اختصاص دادند. بیشترین فراوانی ها مربوط به گونه های *Cymbella affinis*, *Cocconeis placentula*, *Achnanthydium minutissimum*, *Achnanthydium gracillimum*، *Nitzschia inconspicua* و *Gomphonema olivaceum*، *Encyonopsis minuta* 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 نمونه های 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

## 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 موقعیت تروفیک آنها عمل می‌کند (Gross et al., 2003; DeNicola et al., 2004). دیاتوم‌ها جلبک‌های تک سلولی، بعضی‌وقت‌ها کلنی شکل هستند که تقریباً در هر زیستگاه آبی یافت می‌شوند. سلولها بوسیله یک دیواره 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. ماده 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 مشخص 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،

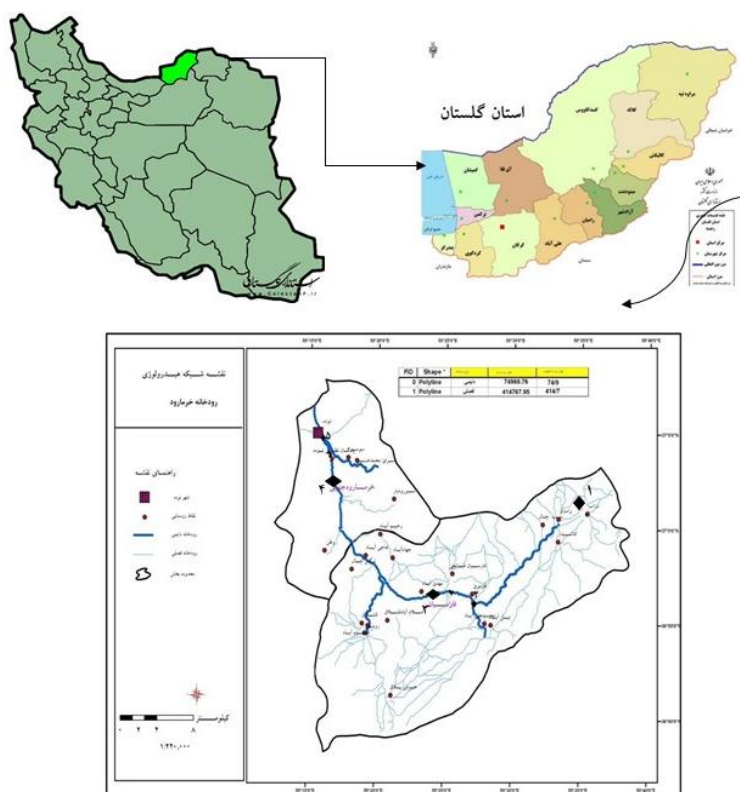
نمونه‌هایی را نیز از ایران جمع‌آوری کرد که عمدتاً شامل دیاتوم‌ها بود. Wasylik (۱۹۷۵)، ۳۶۹ تاکسون جلبکی را از چندین اکوسیستم عمدتاً در نقاط غربی ایران شناسایی کرد که از بین آنها ۲۵۱ تاکسون شامل دیاتوم‌ها بود. در سالهای اخیر نیز مطالعات چندی بر روی دیاتوم‌های اکوسیستم‌های آبی ایران انجام شده است که می‌توان به مطالعه Nejdassattai (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 به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در مورد دیاتوم‌های رودخانه خرمارود صورت نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف شناسایی دیاتوم‌های اپی‌لیتیک و اپی‌لیک رودخانه خرمارود و بررسی تنوع گونه‌ای آنها انجام گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

رودخانه خرمارود مهمترین رودخانه شهرستان آزادشهر واقع در استان گلستان است شکل ۱ که از جنوب شرقی 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، فارسین، رحیم‌آباد، نوده، قزلجه و با حرکت به سوی گرگان‌رود به حوضه آبریز جنوبی دریای خزر منتهی می‌گردد. برای نمونه برداری دیاتوم‌ها در رودخانه‌ها موارد خاصی نظیر منابع آلودگی، وجود

منتقل شد (Bellinger and Sige, 2010). نمونه های جمع آوری شده با فرمالین ۴٪ تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر ایستگاه نمونه برداری، همراه با نمونه های جلبکی، نمونه های 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.

موانعی نظیر سد، فعالیتهای انسانی (فعالیهای تفریحی، کشاورزی و ...) مدنظر قرار می گیرد (Bellinger and sige, 2010). در این مطالعه نمونه برداری طی تابستان و پاییز ۱۳۹۶ از بسترهای سنگی و رسوب ۵ ایستگاه رودخانه شامل ۱: منطقه بکر، ۲: منطقه تحت تاثیر کشاورزی، ۳: منطقه تحت تاثیر استخر پرورش ماهی، ۴: منطقه جنگلی و ۵: منطقه شهری انجام شد (شکل ۱). برای نمونه برداری بسترهای سنگی، نمونه ها با استفاده از مسواک از سطح سنگ تراشیده شدند. برای نمونه برداری رسوب نیز بخشی از رسوب به آرامی به ظرف نمونه برداری



شکل ۱- موقعیت رودخانه مورد مطالعه و ایستگاههای نمونه برداری

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;

نمونه های دیاتومی به روش شستشو با اسید (Taylor *et al.*, 2007) آماده سازی شده و اسلایدهای دائمی تهیه شد، سپس نمونه ها با میکروسکوپ نوری بررسی شده و عکسهای

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 متعلق به رده Bacillariophyceae و تنها ۱ گونه متعلق 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 هر دو نمونه (اپی پل و اپی لیت) حضور داشتند، ۳۷٪ از نمونه‌ها تنها در نمونه اپی پل حضور داشتند و ۶/۳۵٪ فقط در نمونه اپی لیت شناسایی شدند (جدول ۱).

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 ۰/۰۰۶-۲/۴-۷/۰۲ mg.l<sup>-1</sup>، فسفات بین ۰/۰۰۲-۰/۰۱۶-۰/۰۲۲ mg.l<sup>-1</sup>، آمونیوم بین ۰/۰۰۲-۰/۰۱۶-۰/۰۲۲ mg.l<sup>-1</sup>، هدایت الکتریکی بین ۵۳۱-۱۸۰۶ μs.cm<sup>-1</sup>، TDS بین ۹۰۷-۲۵۷ mg.l<sup>-1</sup>، اکسیژن محلول بین ۸/۹-۹/۷۵، میزان pH بین ۷/۳۴-۷/۵۲ و میزان شوری بین ۰/۲۵-۰/۹۱ متغیر بود.

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

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

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

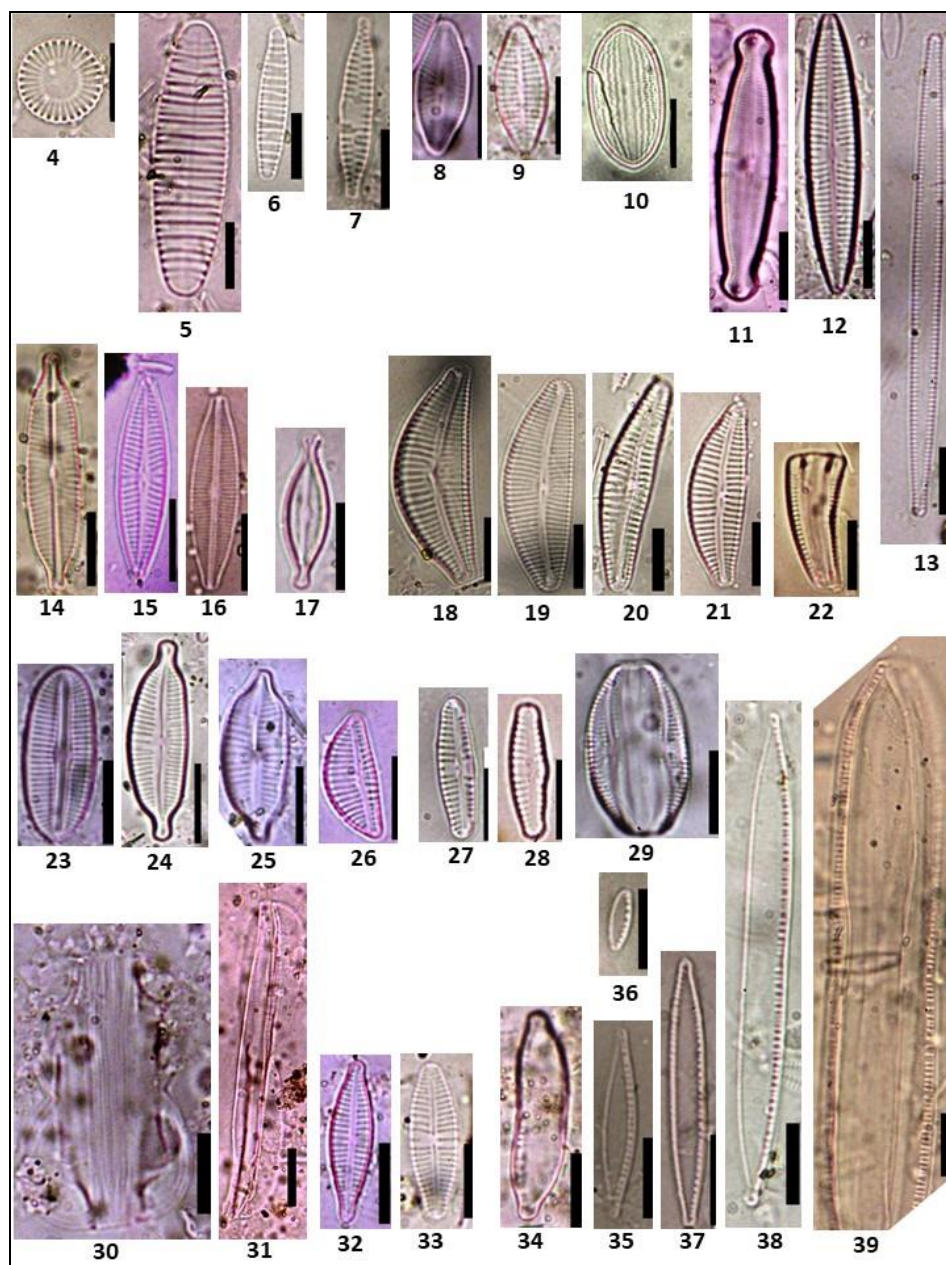
اسم علمی	اپی لیت	اپی پل
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nageli) Krammer	+	+
<i>Cymbopleura citrus</i> (J.R.Carter & Bailey-Watts) Krammer	-	+
<i>Diatoma monoliformis</i> Kutzing	+	+
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	-	+
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	+	+
<i>Diploneis cf. boldtiana</i> Cleve	-	+
<i>Encyonema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

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

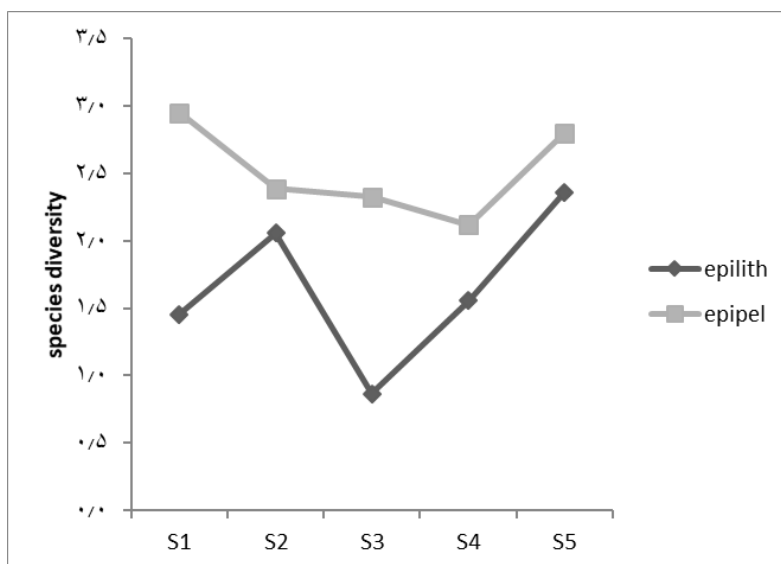
اسم علمی	اپی لیت	اپی پل
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	+	+
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	+	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	+	+
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	+	-
<i>Reimeria uniseriata</i> S.E.Sala, J.M.Guerrero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

شاخص تنوع گونه‌ای در نمونه اپی پل ایستگاه اول (منطقه بکر) (۲/۹۵) و کمترین مقدار آن در نمونه اپی لیت ایستگاه سوم (بعد از استخر پرورش ماهی) (۰/۸۷۶) محاسبه گردید. بطور کلی نمونه‌های اپی پل در هر ایستگاه تنوع بالایی نسبت به نمونه‌های اپی لیت داشتند (شکل ۲). از نظر یکنواختی نیز بیشترین میزان آن در نمونه اپی پل ایستگاه پنجم (منطقه شهری) (۰/۷۱۳) و کمترین مقدار آن در نمونه اپی لیت ایستگاه سوم (بعد از استخر پرورش ماهی) (۰/۱۴۸) اندازه‌گیری شد (شکل ۳).

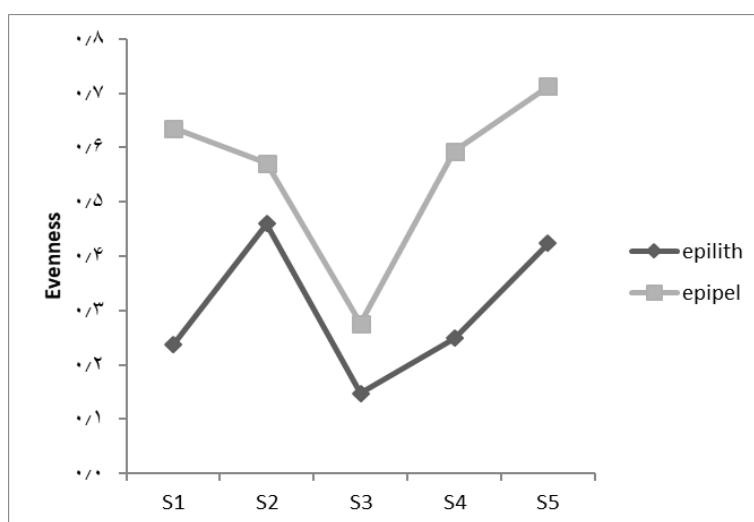
بیشترین فراوانی‌ها متعلق به گونه‌های *Achnanthydium gracillimum* (بیشترین فراوانی نسبی ۳۸/۲۲٪)، *Achnanthydium minutissimum* (۳۰/۲۲٪)، *Cocconeis placentula* (بیشترین فراوانی نسبی ۲۳/۳٪)، *Cymbella affinis* (۱۶/۷۸٪)، *Encyonopsis minuta* (بیشترین فراوانی نسبی ۴۴/۲۵٪)، *Gomphonema olivaceum* (بیشترین فراوانی نسبی ۱۶/۵٪) و *Nitzschia inconspicua* (بیشترین فراوانی نسبی ۳۷/۲۹٪) بود. نتایج محاسبه شاخص‌های تنوع نشان داد که بیشترین میزان



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



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 نتیجه گیری

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 *Gomphonema Navicula* 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؛ Verma et al., 2016؛ Ivanov, 2016). نتایج مشابهی در سایر مطالعات انجام شده در ایران نیز بدست آمده است، از جمله در مطالعه Masoudian و همکاران (۲۰۰۹) در رودخانه تجن جنس‌های



*Encyonopsis minuta*, *Cymbella affinis*, *Nitzschia* و *Gomphonema olivaceum* گونه‌های *inconspicua* گزارش شد. گونه‌های *Cymbella* و *Achnantheidium gracillimum* در مطالعه 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, Fisher and Dunbar, and Charles, 2005). نوع بستر می‌تواند پاسخ جمعیت های دیاتومی به استرس‌های انسانی را تحت تأثیر قرار دهد (Bere, 2010). در این مطالعه قسمت عمده گونه‌های شناسایی شده در هر دو 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 Mirzahasanlou و همکاران نیز (۲۰۱۸) در رودخانه بالیخو شباهت نشان می‌دهد، اما تفاوت‌هایی نیز مشاهده می‌شود، از جمله اینکه در مطالعه ما گونه *Nitzschia commutatoides* در هر دو بستر سنگی و رسوب مشاهده شد، در حالیکه در مطالعه ذکر شده تنها در بستر رسوب مشاهده شد. از طرف دیگر گونه *Tryblionella apiculata* در مطالعه رودخانه بالیخو در هر دو بستر گزارش شده است، در حالیکه در مطالعه ما بصورت نادر تنها بصورت اپی‌پل یافت

*Cymbella* و *Nitzschia Navicula* دارای بیشترین تعداد گونه‌ها گزارش شدند. Pourheydar و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی رودخانه بابلرود جنس‌های *Nitzschia Navicula* و *Gomphonema Cymbella Achnanthes* را به عنوان بزرگترین جنسها معرفی کردند. Panahy و Mirzahasanlou همکاران نیز (۲۰۱۸) در مطالعه بر روی دیاتومه های رودخانه بالیخو، 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، اما رودخانه خرمارود از نظر حضور گونه های *Craticula Caloneis budensis*، *Diploneis cf.*، *Cymbopleura citrus buderi*، *E. paludosa*، *Entomoneis alata boldtiana*، *Hantzschia Fragilaria vaucheriae*، *Luticola Karayevia clevei*، *amphioxys Nitzschia Navicula erifuga goeppertiana* در *Reimeria uniseriata* و *commutatoides* 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 متعلق به گونه‌های *A. Achnantheidium gracillimum*، *Cocconeis placentula*، *minutissimum*

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 نمونه های اپی پل در هر ایستگاه تنوع بالایی نسبت به نمونه های اپی لیت داشتند. نتایج بررسی ها نشان داده است که تنوع و ترکیب گونه ای دیاتومها در بین سوبستراهای نرم و سخت در مقیاس کوچک متفاوت است. همچنین جلبکهایی که در رسوبات رشد می کنند نسبت به نمونه های اپی لیت بیشتر تحت تاثیر وضعیت شیمیایی رسوب قرار می گیرند 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 دقیق تر فلور دیاتومی این رودخانه و یافتن ارتباط پراکنش دیاتوم ها با پارامترهای محیطی ضروری به نظر می رسد. بررسی نتایج شاخص های تنوع نیز نشاندهنده توان خودپالایی رودخانه می باشد.

شد. *Gomphonema* و *Entomoneis paludosa truncatum* در مطالعه ما بصورت اپی پل یافت شدند در حالیکه در رودخانه بالیخلو اپی لیت گزارش شده است.

در این مطالعه از شاخص های تنوع جهت بررسی کیفیت آب استفاده شد. شاخص های تنوع در ایستگاههای مختلف در دو بستر محاسبه گردید. مقدار شاخص تنوع شانون وینر بین ۵-۱ متغیر است و هرچه مقدار شاخص به ۱ نزدیکتر باشد، نشاندهنده این است که یک یا تعداد کمی از گونه ها فراوانی بالا را به خود اختصاص داده اند که یا نشاندهنده آلودگی آب یا دیگر آشفتگی های زیستگاه می باشد. 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 نشاندهنده ورود آلودگی های 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 گونه های دارای تحمل بالا شده است که در نتیجه تنوع گونه ای کاهش یافته است. Bere (۲۰۱۰) معتقد است که تنوع گونه ای، یکنواختی و غنای گونه ای در ایستگاههای غیر آلوده نسبت به ایستگاههای آلوده نسبتاً بیشتر است. Salusso و Moraña (۲۰۰۰) طبقه بندی را براساس شاخص شانون پیشنهاد کرده اند که مقادیر شاخص تنوع

## 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

- Golestan province. MSc thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. (in Persian).
- Bellinger, E. and Sigeo, 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 Kocielek, 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., Nejadstari, 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 Lange-Bertalot, H., 1991b. Bacillariophyceae, Vol 4. Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und

- Gomphonema*. In: Etti, H. Gerloff, J. Heyning, H. Mollenhauer, D. (eds), *Susswasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Lakzaie, F., Panahy Mirzahasnlou, 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., Nejdassattari, 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.
- Nejdassattari, T., 2005. The diatom flora of lake Neure, Iran. *Diatom Research* 20: 313-333.
- Panahy Mirzahasnlou, J., Nejdassattari, T., Ramezanzpour, Z., Imanpour Namin, J. and Asri, Y., 2018. The epilithic and epipellic 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 Moraña, L.N., 2000. Características físicas, químicas 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.