پراکنش، تنوع گونه ای و اهمیت زیست محیطی(دیاتوم ها) Bacillariophyta دراکوسیستم تالاب انزلی

جلیل سبک آرا[1*]، مرضیه مکارمی [1]

[1]پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی ، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

چکیده

این تحقیق در۲۷ ایستگاه مطالعاتی درمناطق شیجان ، سیاکیشیم ، روگاها ، آبکنار ، هندخاله ضمن انجام طرحهای مطالعاتی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و اطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی طی سال‌های۱۳۷۶تا ۱۳۹۳ در تالاب انزلی صورت‌گرفت. نمونه برداری توسط لوله پلیکا (P.V.C) بطور مستقیم انجام شد. نمونه ها با فرمالین به نسبت ۴ درصد تثبیت، به آزمایشگاه منتقل و با میکروسکوپ اینورت مورد بررسی کمی وکیفی قرارگرفته سپس از آنها توسط فتومیکروسکوپ عکسبرداری گردید. مجموعاً در شاخه باسیلاریوفیتا ۳۹ جنس و۸۷ گونه شناسایی گردید. این گروه دسته بسیارمتنوعی از جلبکهای دریایی و آب شیرین را تشکیل می‌دهند که ممکن است بصورت تک سلولی، کلنی یا رشته ای باشند. این شاخه شامل یک‌رده بنام باسیلاریوفیسه و دو راسته مهم بنام های سنترال (Centrales) و پنال(Penales) است که معمولاً به نام جلبکهای قهوه ای- طلایی معروف هستند. فراوان ترین جنس های باسیلاریوفیتا عبارت از *Cyclotella meneghiniana, Nitszchia acicularis, Synedra ulna* و *Diatoma vulgare* هستند. اعضاء این رده اکثراً سرما دوست بوده ودر فصول پائیز وزمستان با تنوع فراوان غالبیت می یابند، اما در فصول گرم و معتدل نیز در بیشتر مناطق تالاب انزلی بخصوص درسیاکیشیم و روگاها حداکثر فراوانی را داشته ولی بیشترین پراکنش آنها مربوط به منطقه آبکنار می باشد. دیاتوم ها غذای اصلی بسیاری از آبزیان ازجمله انواع زئوپلانکتون و ماهی هارا تشکیل داده و به علت وجود روغن فراوان درسلول دیاتومها، غذای بسیاری از موجودات تولید کننده را نیز تامین می کنند. امروزه بسیاری از الگوهای فنی در نانوفناوری ، مرهون ساختار ظریف ولی توانمند دیاتومها است. ریزتراشه های سیلیکونی و زیست حسگرهای هوشمند، فقط گوشه ای ناچیز از کاربردهای دیاتوم ها درعلوم و فنون نانو است.

کلمات کلیدی: فیتوپلانکتون، باسیلاریوفیتا، پراکنش، تالاب انزلی، اطلس پلانکتون

* نویسنده مسئول:jsabkara@yahoo.com

مقدمه

تالاب انزلی با وسعت کنونی بیش از یک صد کیلومتر مربع در فصول پر باران وحدود ۸۰ کیلومتر مربع در تابستان و پائیز، درساحل جنوب غربی دریای خزر، غرب دلتای سفید رود و در جنوب بندر انزلی گسترده شده است. ۱۱ رودخانه نسبتاً مهم سالانه دومیلیارد مترمکعب آب را وارد تالاب کرده که توسط ۵ کانال خروجی بنام های سوسرروگا، پیربازارروگا، راسته‌خاله روگا، نهنگ روگا و شنبه بازارروگا وارد دریای خزر می‌گردند (زبردست و جعفری،۱۳۹۰) . این تالاب دارای چهارمنطقه متمایز بنام های آبکنار، هندخاله، شیجان وسیاکیشیم است، مقدارذخیره آب وعمق آبکنار از سایر مناطق بیشتر، همچنین از نظر تنوع وتراکم پلانکتونی نیز بسیارغنی می‌باشد(منوری، ۱۳۶۹). از ویژگی‌های مهم این تالاب قرارگرفتن بین دو اکوسیستم خشکی و دریا، همچنین‌آب شیرین و لب شور بوده، به این دلیل دارای شرایط ویژه‌ای است وجوامع متعددگیاهی و جانوری را درخودجای داده که از نظراکولوژیکی با آن سازگاری یافته‌اند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۲).

تالاب انزلی طی سال‌های ۱۳۶۸- ۱۳۰۸متحمل تغییرات قابل ملاحظه‌ای گردید، طی این سال‌ها تراز آب دریا در حدود ۳ متر پایین تر از سطح آب دریاهای آزاد بوده، که دراثرآن گستره آبی تالاب و عمق آن نیز کاهش یافت. در سالهای دهه۷۰ افزایش سطح آب دریای خزر سبب افزایش‌حجم وعمق تالاب شده و بیشتر اثرات مثبت فعل وانفعالات بیولوژیکی را از نظراستفاده از چرخه غذایی در این اکوسیستم فراهم آورده است (جمالزاد فلاح ،۱۳۷۷). از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۴ با افزایش تراز آب دریای خزر وسعت آبی تالاب به بیش از ۱۴۸ کیلومتر مربع افزایش یافت و اکوسیستم آن نیز بخشی از توان اکولوژیک مطلوب خود را باز یافت که در این رابطه بیش از ۱۲۰۰ هکتار از اراضی حاشیه تالاب درمعرض غرقاب قرارگرفت. پس ازسال ۱۳۷۴ کاهش تدریجی سطح آب مجدداً شروع شده واین تغییرات موجب دگرگونی درسیستم هیدرولیکی تالاب و بدنبال آن درعوامل زیستی وغیر زیستی تالاب گردید (مهندسین مشاوریکم۱۳۶۷ و خداپرست، ۱۳۷۸). تالاب بین‌المللی انزلی محل مناسبی برای تخم‌ریزی ماهیان دریای خزر بوده و رودخانه های ورودی تالاب بستر مناسبی برای تخم ریزی، تکثیرطبیعی، تغذیه و پرورش‌لاروبسیاری‌از آنها محسوب می‌شود (Costanza *et al*., 1989). یکی از مهمترین فاکتورهای کیفیت آب مربوط به پلانکتون است، جوامع فیتوپلانکتونی در برابر تغییرات محیطی واکنشی بسیار سریع نشان می-دهند(Heinonen, 2004). بطورکلی‌جوامع پلانکتون درمکان و زمان‌های متفاوت ثابت نبوده وتغییرات فصلی و سالانه فراوانی را باعث می‌شوند (Lepisto,1999).

مطالعه برروی پلانکتون آب شیرین نشانگر ترکیب گونه ها وتنوع طبقه بندی جوامع آنها در یک اکوسیستم بوده (Sahin and Akar,2007; Andrejic *et al*.,2004 ; Skaloud, 2012; El-Awamri *et al* .,2009)، همچنین می‌تواند بیانگر تغییرات فصلی (Sen and Ezekiel *et* ; Kim *et al*., 2008 ; Sonmez, 2006 *al*., 2011)و فرآینده های تکاملی ، توابع اکولوژیکی و پایداری اکوسیستم‌های آبی نیز باشد(Komulaynen, 2009). باسیلاریوفیتا یا دیاتوم‌ها دسته بسیار متنوعی از جلبک‌های دریایی و آب شیرین را تشکیل داده که بصورت تک سلولی، کلنی یا رشته ای یافت شده و به دلیل ایجاد نقوش وتزئینات زیبای سیلیسی مورد توجه مشاهدات میکروسکوپی هستند، به عبارتی جالب ترین و زیباترین جلبک‌ها در بین آنها بشمارمی‌آیند. این گروه از ریزجلبک‌های تک سلولی، فتوسنتز کننده بوده و به طور گسترده در محیط‌های دریایی و آب های شیرین یافت شده وبه وسیله تنوع ژنتیکی با تعداد ۲۵۸ جنس، که خود شامل ۱۰۰۰۰ الی ۱۲۰۰۰ گونه است، در ایجاد کلنی و غالبیت در طیف وسیعی از زیستگاه‌های آبی موفق هستند (Round *et.al*. 1990 ; Norton *et.al*. 1996) ، آنها درانواع محیط‌های آبی (شیرین، لب شور و شور) به حالت کف زی وپلانکتونی قادرند بخش بزرگ توده زنده جلبکی را ایجاد کرده و عامل اصلی برای تولیدات اولیه باشند، فراوانی این موجودات به همراه توزیع گسترده آنها در زیستگاه های مختلف کاربردهای‌گسترده‌ای از جمله جستجوی نفت،

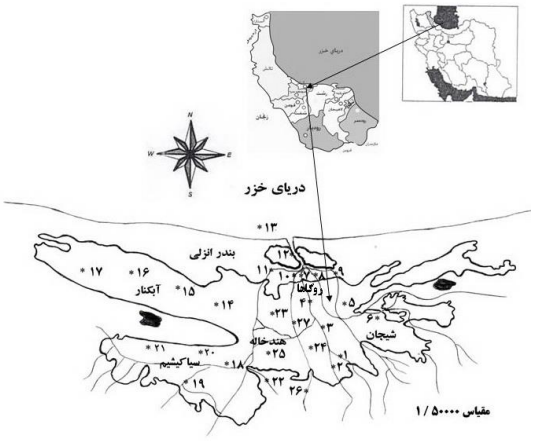
نـــانوتکنولوژی، بیوتکنولـــوژی، کـــانی ســـازی‌زیســـتی (Biomineralization)، سنجش‌سمیت در زیستگاه هـای آبـــی (Evaluation of toxicity) و تجزیـــه فاضـــلاب (Waste degradation) را برای آنها ایجـاد کـرده اسـت. دیـاتوم هاغـذای اصـلی بسـیاری از آبزیـان ازجملـه انـواع زئوپلانکتون و ماهی هـارا تشـکیل داده و بـه علـت وجـود حدود ۱۱ درصد روغن در مقیاس حجـم درسـلول دیـاتوم ها، غذای بسیاری از موجودات تولید کننـده را نیـز تـامین می کنند. امروزه بسیاری از الگوهای فنـی در نانوفنـاوری ، مرهـون سـاختار ظریـف ولـی توانمنـد دیـاتوم هااسـت. ریزتراشه های سـیلیکونی کـه در دنیـای نانوالکترونیـک و زیست حسگرهای هوشمند، متداول است فقـط گوشـه ای ناچیز از کاربردهای دیاتوم ها در علوم و فنون نانو است.

تحقیقات پلانکتونی‌توسط پژوهشکده آبزی پروری درتالاب انزلی سابقه‌ای طولانی دارد، ایـن مطالعـات توسـط بخـش اکولوژی از سال ۱۳۷۱شروع ودر سال ۱۳۸۱ خاتمه یافت. در مطالعات پلانکتونی این طرح پراکنش وجمعیت آنها در مناطق وفصول مختلف مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفـت. بعـد از یـک وقفـه چندسـاله ضـمن اسـتفاده از تجربیات‌گذشته، بررسی‌ها با ابعاد وسیع‌تر و جامع‌تـری از سال ۱۳۸۹ شروع و بطـور مسـتمر تـا سـال ۱۳۹۵ ادامـه یافت. با توجه به اهمیـت اقتصـادی وکـاربردی پلانکتـون، درکشور ما علم پلانکتـون شناسـی پیشـرفتی نکـرده و مـا هنوز قدم های اولیه را دراین مورد برمی‌داریـم. سـبک‌آرا و مکارمی در پروژهٔ تهیـه اطلـس پلانکتـونی تـالاب انزلـی و نواحی ساحلی‌دریای خزر، به شناسایی‌گونـه‌ای و پـراکنش فیتو و زئوپلانکتون بطور جامع در منـاطق مختلـف تـالاب انزلی پرداخته‌اند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۵و سبک آرا و مکارمی، ۱۳۹۴). بطور کلی هدف از بررسـی دیـاتوم‌هـا در تالاب انزلی تعیین نقـش و اهمیـت زیسـت محیطـی ایـن گروه‌آبزی در اکوسیستم تالاب بوده، همچنـین بـا بررسـی جمعیـت، بیومـاس، پراکنـدگی وانتشـار آنهـا در منـاطق مختلف این تالاب توان تولیـد و بـاروری ارزیـا بـی شـده و اثرات زیست محیطی آن درزندگی ماهیـان جهـت احیـای محل‌های تکثیر طبیعی ماهیان مهـاجر و تغذیـه لاروهـای آنها برآورده شده است.

مواد و روشها

تالاب انزلـی درعـرض "۲۸ '۳۷ شـمالی و درطـول "۲۵ '۴۹ شرقی قراردارد ارتفاع متوسط آن از سطح دریای آزاد ۲۳ متر بوده و حداکثرعمق آن ۲/۷۵ متر است. با توجه به موقعیـت تـالاب انزلـی ۲۷ ایسـتگاه مطالعـاتی درمنـاطق شیجان (۶- ۱) ، سیاکیشیم (۲۲- ۱۸)، آبکنار (۱۷- ۱۴)، هندخاله (۲۷-۲۳) و روگاها (۱۲-۷) و بیرون مـوج شـکن دردریا (۱۳) تعیین ونمونه بـرداری‌هـا بطورماهیانـه انجـام پذیرفت (شکل۱)، موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در تالاب انزلی را نشان می‌دهد. نظربه عمق متوسـط تـالاب انزلـی، روش نمونه برداری با تیوب یا لوله پلیکا در نظرگرفته شد. طول این لوله حدود ۲/۵ متـر و قطـرآن ۶ سـانتی متـرکـه درهرایستگاه آنرا بطور عمودی وارد آب نموده و انتهای آنرا با کف دست مسدود و محتویات آن را بداخل سطل مـدرج ۱۰ لیتری تخلیـه کـرده و ۱ لیترنمونـه آب بطورمسـتقیم درظرف نمونه‌برداری ریخته و به آزمایشگاه منتقل گردیـد، نمونه‌ها بعد از همگـن سـازی جهـت بررسـی بـه محفظـه شمارش منتقل‌و بعد از مشاهده و شناسایی توسـط پیپـت پاستور از محفظه شـمارش جداسـازی، شستشـوودرنهایت بـــرروی‌لام منتقـــل‌واززوایـــای مختلـــف‌آن توســـط فتومیکروســـکوپ عکســـبرداری‌شـــد، ســـپس اطلاعـــات سیســـتماتیک ومورفولوژیـــک هرگونـــه ازروی‌کلیـــدهای شناسـایی ومشـاهدات و مشخصـات ظـاهری نمونـه تهیـه گردیـد. نمونـه‌بـرداری فیتوپلانکتـونی بـر طبـق منـابع APHA,2005 و جهـت رده‌بنـدی از منبـع Mienlli 1994, و جهـت شناسـایی از پـژوهش‌هـای پیروشـکینا و ماکاروا ، ۱۹۶۸؛ کورسانف ، ۱۹۵۳ ؛ کسیلف ، ۱۹۵۳ ؛ Edmondson, 1959 ;Presscot ,1962; Bellinger,1986; Fott , 1971 ; Tiffany &Britton,1971; Presscot ,1976 ; Maosen , 1983; Frantisek , 1984; Sheath *et al* ,2003 ; Bellinger&Sigee,2010

استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در مناطق مختلف تالاب انزلی

نتایج

نتایج مطالعات پلانکتونی در تالاب انزلی حاکی از حضور ۱۳۴جنس و ۲۷۸ گونه فیتوپلانکتونی بوده که ۳۹ جنس و۸۷ گونه متعلق به شاخه باسیلاریوفیتا می‌باشد. سلول های رویشی دیاتوم‌ها تک هسته ای، معمولاً دارای یک، دو یا چندین کروماتوفور به شکل های مختلف ازجمله دیسکی، مشبک یا متورق هستند. رنگدانه ها شامل کلروفیلa ، c وکاروتن بتا(β)و کاروتن اپسیلون(ε) و زانتوفیل‌هایی مثل فوکوزانتین می‌باشند. مواد غذایی بصورت دانه های روغنی وکریسولامینارین ذخیره شده وفاقد نشاسته اند. دیواره سلول(فروستول) شامل ترکیبات پکتین ومقدار زیادی سیلیس بوده واز دونیمه (والو) تشکیل می‌گردد. اغلب کفه بالایی (اپی‌تکا) از کفه پائینی(هیپوتکا) کمی بزرگتر بوده و شبیه دو نیمه یک قوطی روی هم قرار می‌گیرند. به قسمتی از دیواره دیاتوم ها که دو والو بهم می‌رسند کمربند (girdle) می‌گویند. دراین ناحیه دو نیمه والو ممکن است روی هم قرارداشته یا بهم نزدیک باشند، گاهی نیز بین آنها فاصله ای ایجاد شده که دارای یک یا چندین نوار سیلیسی (Intercalary bands) هستند تمامی این موارد با جزئیات قابل توجه ثبت شده‌اند. در سطح والوها تزئینات گوناگونی مثل پانکتی (puncta)، استریا (striae) و یا آرئول (areolae) دیده شده که درردیف‌های شعاعی، خمیده، اریب و یا خطی قرار گرفته وگاهی دارای طرح‌های بی‌قاعده (نامنظم) هستند. این تزئینات درشناسایی دیاتوم ها مورد استفاده قرارگرفته و اساس طبقه بندی و شناسایی این موجودات را تشکیل می‌دهند (اشکال ۲و۳).

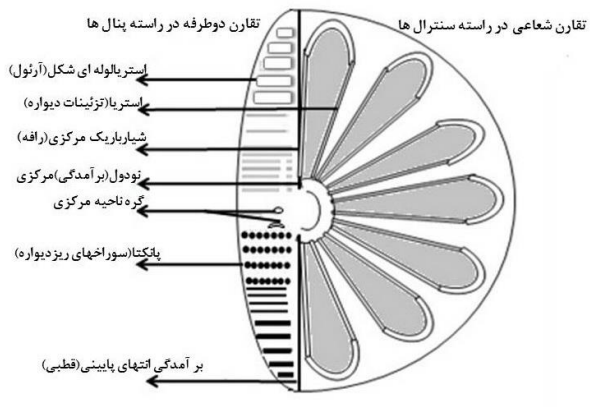
مهم‌ترین جلبک های این شاخه در رده Bacillariophyceae در دو راسته سنترال (Centrales) دیاتوم‌های گرد وپنال (Penales) دیاتوم‌های کشیده رده بندی شده‌اند. درراسته سنترال ها والوها گرد و دارای تقارن شعاعی و درپنال ها والوها کشیده وتقارن دوطرفه دارند ویژگی‌های این دو راسته در (جدول۱) آورده شده است. در ناحیه محوری برخی از جنس‌های پنال‌ها یک شیارطولی سرتاسری به نام رافه(raphe) وجود داردکه درناحیه مرکزی و قطب ها کمی ضخیم ترشده که به ترتیب گره(nudule) مرکزی وگره قطبی نامیده می‌شوند(شکل۳). در جنس های فاقد رافه این ناحیه رافه کاذب (pseudoraphe) گفته می‌شود. درراسته Centrales (Centric diatoms) یا دیاتوم های گرد سلول ها منفردند یا به اشکال مختلف به هم متصل شده و بصورت رشته‌ای در می‌آیند. کلنی ها درخت مانند یا زیگزاگی شکل بوده، آزادانه شناور یا ثابت و چسبیده هستند. سلول دیسک مانند، استوانه‌ای یا به اشکال گوناگون دیگری یافت می‌شوند. والوها گرد، بیضوی، چند گوش یا شکل های دیگری دارند. تزئینات آنها نسبت به یک نقطه بطور شعاعی قرارگرفته و فاقد رافه (raphe) و رافه کاذب (pseudoraphe) می‌باشند، سلول ها غیرمتحرکند و اغلب‌دارای زوائد خار مانند، دیسک مانند یا شاخ مانند هستند. سلول ها دارای کروماتوفورهای کوچک و دیسکی شکل بوده واجد یا فاقد پیرنوئیدند. اعضای این راسته اغلب دریازی (آبهای لب شور) هستند و تعداد کمی از آنها در آب شیرین زیست می‌کنند. فراوان ترین جنس‌های این شاخه *Synedra ulna* *Navicula cuspidata*, ,*Cyclotella meneghiniana* ,*Diatoma vulgare* و *Nitzcshia acicularis* هستند. باسیلاریوفیتا اکثراً سرما دوست بوده ودر فصول پائیز و زمستان با تنوع فراوان غالبیت می‌یابند، اما در فصول گرم

ومعتدل نیز در بیشترمناطق تالاب انزلی بخصوص درسیاکیشیم و روگاها حداکثر فراوانی را داشته اما بیشترین پراکنش آنها مربوط به منطقه آبکنار می‌باشد. جدول۲، پراکنش فصلی جنس‌های مختلف باسیلاریوفیتای شناسایی شده درمناطق مختلف تالاب انزلی و شکل ۵ چند گونه از باسیلاریوفیتای مشاهده شده در تالاب انزلی را نشان می‌دهد. فهرست(۱) گونه های شناسایی شده باسیلاریوفیتا(دیاتوم‌ها) درمناطق مختلف تالاب انزلی را مشخص می‌کند.

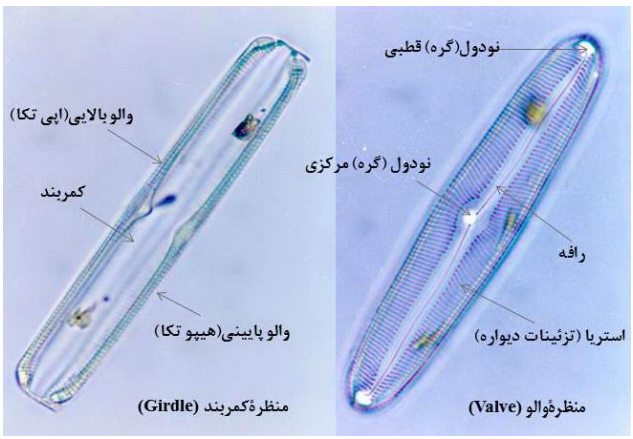
جدول ۱ : مشخصات دیاتوم های گرد وکشیده از شاخه باسیلاریوفیتا

ویژگی ها	راسته سنترالس(دیاتومه های گرد)	راسته پنالس(دیاتومه های کشیده)
تقارن	شعاعی	دو طرفه
مثال/ جنس	*Stephanodiscus* و *Cyclotella*	*Navicula* و *Pinnularia*
نوع حرکت	فاقد حرکت	تعدادی دیاتومه های(رافه دار) دارای حرکت فعال هستند
پلاستیدها	تعداد زیادی پلاستیدهای دیسکی شکل	دوپلاستید بزرگ صفحه مانند
شروع تولیدمثل جنسی	تشکیل مستقل گامت ها از سلولهای والدی	سلولهای والدی اولیه برای تولیدگامت باهم جفت می شوند
سلولهای تخم	اووگامت، تولید یک یا دو سلول تخم در سلول والد	ایزوگامی
سلولهای اسپرم	۴-۱۲۸ اسپرم درسلول والد که هرکدام دارای یک تاژک منفردو دو ردیف ماستیگونما است	تعداد کمی آمیب شکل بوده و سلولهای اسپرم فاقد تاژک اند
اکولوژی	اغلب پلانکتونی به ویژه در آبهای آزاد	پلانکتونی، به اشکال اپی فیت یا کف زی

(Hosle and Syvertsen,1997)



شکل ۲- مقایسه ساختار پیچیده دیاتوم های راسته Centrales و Pennales (Taylor *et al*, 2007)

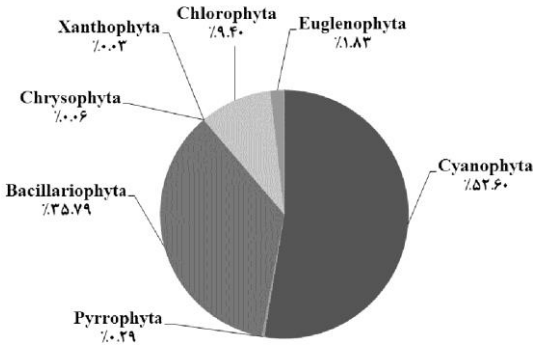


شکل۳: ساختمان یک دیاتوم از راستهٔ پنالس، گونه *Pinnularia viridis*

(برگرفته از کتاب اطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی)

فهرست(۱) گونه های شناسایی شده باسیلاریوفیتا درمناطق مختلف تالاب انزلی سال ۹۳-۱۳۷۶

Kingdom plantae
Phylum Bacillariophyta
Class Bacillariophyceae
Order Centrales
Suborder Coscinodiscineae
Family Coscinodiscaceae
Coscinodiscus granii Gough , 1905
Coscinodiscus perforatus Ehrenberg , 1844
Family Melosiracaceae
Melosira varians C.A.Agardh , 1827
Melosira granulata (Ehrenberg , 1843) Ralfs , 1861- accepted as *Aulacoseira granulata*(Ehrenberg) Simonsen, 1979
Melosira moniliformis (O.F. Mueller) Agardh , 1824
Melosira arenaria (Moore) Ralfs, 1843
Melosira undulata (Ehrenberg) Kuetzing,1844
Family Thalassiosiracaceae
Thalassiosira caspica Makarova ,1959
Thalassiosira variabilis Makarova ,1959
Thalassiosira variabilis var. *fasciculata* Proshkina - Lavrenko , 1960
Thalassiosira variabilis var. *variabilis* Makarova , 1959
Cyclotella kuetzigiana Thwaites , 1848
Cyclotella meneghiniana Kuetzing 1844
Stephanodiscus socialis Makarova , 1964
Stephanodiscus astraea (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow 1880
Stephanodiscus hantzschii Grunow,1880
Sceletonema costatum (Greville,1866) Cleve,1873
Family Eupodiscaceae
Actinocyclus paradoxus (Ehrenberg ,1854)Makarova ,1959
Suborder Rhizosolenineae
Family Rhizosoleniaceae
Rhizosolenia calcar – avis M. Schultze , 1858 accepted as *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G.Sundström,1986
Rhizosolenia fragilissima Bergon , 1903- accepted as *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle,1996
Suborder Biddulphiineae
Family Biddulphiaceae
Biddulphia laevis Ehrenberg ,1843 accepted as *Pleurosira laevis*(Ehrenberg) Compere,1982
Attheya zachariasii Brunow,1894 accepted as - *Acanthoceras zachariasii* (Brunow) Simonsen ,1979
Family Chaetoceraceae
Chaetoceros muelleri Lemmermann ,1898
Chaetoceros subtilis Cleve ,1896
Chaetoceros subtilis var. *abnormis* Proshkina - Lavrenko 1961
Chaetoceros wighami Brightmell , 1856
Order Pennales
Suborder Fragilarineae
Family Tabellariaceae
Tabellaria fenestrata (Lyngbye) Kuetzing,1844
Tabellaria flocculosa (Roth) Kuetzing,1844
Family Diatomaceae
Diatoma vulgare Bory 1824
Diatoma elongatum (Lyngbye , 1819) Agardh , 1824
Family Fragilariaceae
Thalassionema nitzschioides (Grunow)Mereschkowsky1902
Fragilaria capucina Desmazieres,1830
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg ,1832
Synedra ulna var. *danica* (Kuetzing) Grunow in van Heurck 1885
Synedra capitata Ehrenberg ,1836 - accepted as *Ulnaria capitata* (Ehrenberg) P.Compere, 2001
Family Eunotiaceae
Eunotia bigibba Kuetzing , 1849
Eunotia lunaris (Ehrenberg) Grunow in van Heurck 1882 – 1885
Suborder Achnanthineae
Family Achnanthaceae
Cocconeis placentula Ehrenberg ,1838
Achnanthes trinodis (W.Smith) Grunow, 1880
Achnanthes inflate (Kuetzing) Grunow,1867
Achnanthes brevipes C.A. Agardh , 1824
Rhoicosphenia curvata (Kuetzing ,1834)Grunow , 1860
Suborder Naviculineae
Family Naviculaceae
Amphiprora alata (Ehrenberg , 1840) Kuetzing , 1844
Tropidoneis lepidoptera (Gregory) Cleve , 1894
Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer,1871
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve,1894
Caloneis amphisbaena (Bory , 1824) Cleve , 1894
Caloneis permagna (Bailey , 1851) Cleve , 1894 - syn. *Navicula interrupta* Kuetzing , 1844
Navicula pupula Kuetzing ,1844
Navicula cuspidata (Kuetzing) Kuetzing , 1844 - accepted as *Craticula cuspidata* (Kutzing) D.G. Mann in Round ,Crawford & Mann ,1990
Navicula viridula (Kuetzing) Ehrenberg 1838
Navicula radiosa Kuetzing ,1844
Navicula oblonga (Kuetzing) Kuetzing , 1844
Pinnularia viridis (Nitzsch,1817) Ehrenberg ,1843
Pinnularia nobilis (Ehrenberg)Ehrenberg ,1843
Neidium affine (Ehrenberg) Pfitzer,1871
Neidium affine var . *hankense* (Skvortzow) C.W.Reimer,1959
Neidium iridis (Ehrenberg) Cleve,1894
Neidium maximum (Cleve) Meister,1912
Stauroneis phoenicentron (Nitzsch) Ehrenberg ,1843
Gyrosigma attenuatum (Kuetzing) Cleve,1849
Gyrosigma wormleyi (Sullivant) Boyer , 1922
Gyrosigma hummii Hustedt ,1955
Family Gomphonemataceae
Gomphonema acuminatum Ehrenberg ,1832
Gomphonema geminatum (Lyngbye) C.A. Agardh ,1824
Family Cymbellaceae
Amphora ovalis (Kuetzing)Kuetzing ,1844
Amphora commutata Grunow , 1880
Cymbella tumida (Brebisson) Van Heurck , 1880
Cymbella aspera (Ehrenberg ,1840) Cleve , 1894
Cymbella cistula (Hemprich& Ehrenberg) O.Kirchner,1878
Epithemia sorex Kuetzing , 1844
Epithemia turgida (Ehrenberg) Kuetzing,1844
Rhopalodia gibba (Ehrenberg , 1843) O.F.Mueller , 1897
Suborder Surirellineae
Family Nitzschiaceae
Nitzschia acicularis (Kuetzing) W. Smith , 1853
Nitzschia seriata Cleve, 1883 - accepted as *Pseudo-nitzschia seriata* (Cleve) H.Peragallo, 1899
Nitzschia reversa W. Smith ,1853
Nitzschia tryblionella Hantzsch , 1860
Nitzschia tryblionella var.*victoria* (Grunow) Grunow,1879
Nitzschia tryblionella var.*maxima* (Grunow) Frenguelli, 1938
Nitzschia circumsuta (Bailey , 1851) Grunow , 1880
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch , 1817) W . Smith , 1853
Nitzschia Palea (Kuetzing)W.Smith ,1856
Nitzschia gracilis Hantzsch ,1860
Bacillaria paxillifer (O.F.Mueler,1786)Hendey , 1951
Denticula (Kuetzing ,1844)Grunow ,1880
Denticula sp .
Family Surirellaceae
Campylodiscus clypeus (Ehrenberg) Kuetzing,1844
Campylodiscus echeneis (Ehrenberg) Kuetzing,1844
Cymatopleura elliptica (Brebisson,1849)W.Smith,1851
Cymatopleura solea (Brebisson,1849)W.Smith,1851
Surirella spiralis Kuetzing,1844
Surirella biseriata Brebisson ,1835
Surirella elegans Ehrenberg , 1843
Surirella stritula Turpin , 1828
Surirella robusta Ehrenberg ,1841
Surirella ovata Kuetzing ,1844 - accepted as *Surirella minuta* Brebisson, 1849
Surirella capornii Brebisson (F.Kitton,1869)



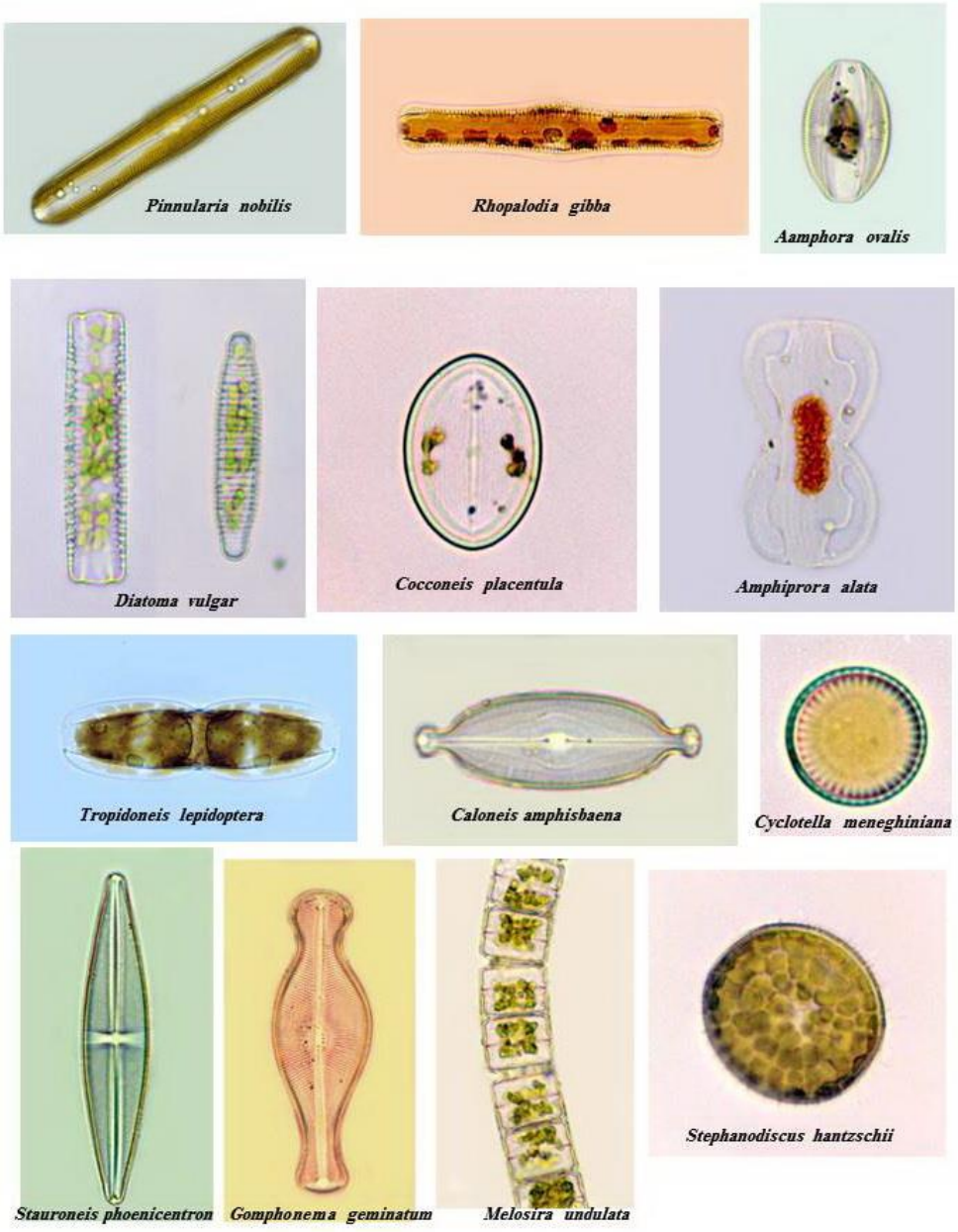
شکل۴: مقایسه درصد باسیلاریوفیتا با سایر شاخه های فیتوپلانکتونی درمناطق مختلف تالاب انزلی طی سال های ۹۳ - ۱۳۷۶

جدول۲ : پراکنش فصلی جنس‌های مختلف باسیلاریوفیتا درمناطق مختلف تالاب انزلی

مناطق	شیجان				سیاکیشم				ایکنار				هندخاله				روکاهونواحی ساحلی دریای خزر			
فصل	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
Bacillariophyta																				
Actinocyclus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Achnanthes	-	-	+	-					+	-	-	-	+	-	-	+				
Amphora									+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Amphiprora	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Anomoeoneies																	-	+	-	-
Attheya					-	-	+	-					+	-	-	-				
Bacillaria													+	-	+	-	+	-	+	-
Biddulphia	+	-	-	-	+	+	-	-									+	-	-	-
Caloneis									+	-	+	-	+	-	+	-				
Campylodiscus													+	-	-	+				
Centritractus	-	-	+	+	-	-	+	+									-	-	-	+
Chaetoceros													+	-	+	-				
Cocconeis	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
Coscinodiscus									+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
Cymatopleura	+	-	-	-	-	-	+	-												
Cymbella	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-
Cyclotella	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Denticula													-	-	+	-				
Diatoma	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+
Diploneis																	-	-	-	+
Epithemia									-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Eunotia	+	-	-	-	+	-	-	-												
Fragilaria					+	-	-	+					+	-	+	-	-	-	+	-
Gomphonema	-	-	+	+					-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-
Gyrosigma	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-					-	+	-	-
Hantzschia									-	-	+	-								
Melosira									-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
Navicula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nedinm	-	-	+	+	-	-	+	+												
Nitzschia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pinnularia					-	-	+	+	+	-	-	-					+	-	+	-
Rhicosphenia																	+	-	+	-
Rhizosolenia									+	+	-	-					+	+	+	-
Rhopalodia					-	+	-	+									-	-	-	+
Sceletonema									+	-	+	-								
Stauroneies	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
Stephanodiscus	-	+	-	-					+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Surirella	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-					+	+	+	+
Tabellaria	+	-	-	-	+	-	-	-												
Thalassionema									+	+	-	-					+	-	-	+
Thalassiosira									+	-	-	-					-	+	-	-
Tropidoneis																	+	+	-	-

حضور + عدم حضور - خانه های خالی (در منطقه دیده نشد)

شکل۵ : تعدادی از گونه‌های شناسایی شده از شاخه باسیلاریوفیتادر تالاب انزلی
(برگرفته از کتاب اطلس پلانکتونهای تالاب انزلی)



بحث

فیتوپلانکتون به عنوان اولین تولیدکنندگان کربن آلی در زنجیرهٔ غذایی اکوسیستم‌های آبی نقش اساسی‌داشته وهمواره تحت تاثیرعوامل غیر حیاتی بوده و ظرفیت تولیدات بیولوژیک را در محیط‌های آبی نشان داده که توسط سایر اجزای این حلقه به مصرف می رسند. مطالعه فیتوپلانکتون در تالاب ها اهمیت زیادی دارد، از یکطرف به عنوان تولیدات اولیه مورد تغذیه انواع آبزیان قرار گرفته، همچنین بعنوان شاخص زیستی کارآمد جهت تعیین کیفیت آب به شمار می‌روند (Brraich and Kaur, 2015). نتایج مطالعات پلانکتونی نشان می‌دهد، تالاب انزلی از جمله غنی‌ترین تالاب‌های داخلی ایران بوده زیرا

توان تولید غذای زنده درآن جهت تغذیهٔ ماهیان ولاروهای آنان وجود دارد.

برمبنای مطالعاتی‌که طی سالهای مختلف (۹۳-۱۳۷۶) بر روی پراکنش وانتشار پلانکتونی در بخش‌های مختلف تالاب‌انزلی انجام گرفته آنرامی‌توان به دو ناحیه تقسیم نمود یکی بخش غربی با آب شیرین وتراکم زیاد گیاهان غوطه‌ور در فصل بهار و اوایل تابستان و ناحیهٔ دیگر روگاها وکانال کشتیرانی بوده که تحت تأثیر آب دریا می‌باشد(رمضانپور ،۱۳۷۳). دربخش غربی‌تالاب رشد فیتوپلانکتون ازاواسط فصل بهار با باسیلاریوفیتا (دیاتوم ها) وکلروفیتا آغاز می‌شود که تنوع بسیار زیادی داشته و این امر مانع تشکیل جنس‌های غالب می‌شود، البته جمعیت سیانوفیتا نیز در این هنگام قابل توجه بوده‌که هم زمان با آن جمعیت روتیفرها بدلیل تغذیه از آنها افزایش می‌یابد. در اواخر بهارو با شروع فصل تابستان میزان سیانوفیتا با جنس های *Anabaenopsis* و *Anabaena* افزون شده و حدود۹۰ درصد جامعه فیتوپلانکتونی منطقه را تشکیل می‌دهند، اما جمعیت فیتوپلانکتونی همچنان با بالارفتن دما و تابش شدید محدود می‌گردد، در این حالت مهاجرت فیتوپلانکتونی به‌لایه‌های عمیق‌تر ورقابت با گیاهان غوطه ور و ریشه‌دار ممکن نبوده به این دلیل رشد آنها کمترشده ومجدداً از اواخر شهریور وشروع فصل پائیز و آغاز بارندگی‌های فصلی تغییرکلی‌درفلورفیتوپلانکتونی منطقه ایجاد می‌شود (کیمبال‌ها، ۱۳۵۳؛ سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۳).

Vanderstukken و همکاران نیز در سال ۲۰۱۴ بیان نمودند که رشد گیاهان ماکروفیت و تراکم پوشش گیاهی انبوه و عمق کم آب منجر به کاهش رشد فیتوپلانکتون می‌گردد. در فصل پائیز و زمستان باسیلاریوفیتا با تنوع فراوان غالبیت می‌یابند مهم‌ترین گونه های مشاهده شده *Synedra ulna, Cyclotella meneghiniana, Nitzschia acicularis* و *Diatoma vulgar* هستند. در ناحیه دیگر که تحت تأثیرآب دریا (روگاها وکانال کشتیرانی) است، دیاتوم ها وکریزوفیتا از بیشترین فراوانی نسبت به سایر گروه‌ها برخوردار بوده اما جمعیت شاخه های سیانوفیتا و کلروفیتا نیز درلایه های سطحی تر آب قابل توجه است. در این نواحی اغلب فیتوپلانکتون آب لب شور دریای خزر مثل *Coscinodiscus granii* , *Rhizosolenia calcar-avis* درفصل تابستان ودر فصل پائیز گونه *Thalassionema nitzschioides* را می‌توان ذکرکرد، که گونه اخیردرآبان ماه غالبیت می‌یابد (سبک آرا ومکارمی، ۱۳۸۳).

دیواره سلولی دیاتوم ها بسیار متراکم بوده و از نظر ترکیبات غیر آلی از سایر جلبک‌ها متفاوت است و به عنوان یک ساختار کارآمد انرژی بطور مؤثر عمل کرده و برای تولید، انرژی قابل توجه کمتری نسبت به سلولز، پروتئین و موکوپپتیدهای دیواره سلولی سایر جلبک‌ها نیاز دارد (Falkowski and Raven,1997). دیاتوم ها در اوایل چرخه های فصلی بدلیل محدودیت فتوسنتز دارای مزیت اکولوژیکی بزرگی هستند، آنها می‌توانند به حالت وقفه در شرایط متلاطم باقیمانده و درنتیجه رشد جمعیت دیاتوم ها بطور وسیعی در آبهای بدون لایه بندی حرارتی محدود می‌گردد. اطلاعات در مورد دیواره سلولی دیاتوم ها بستگی به مقدار کافی سیلیس محلول(سیلیسیک اسید)در آبهای مجاوردارد. اغلب بلوم بهاری دیاتوم ها دریاچه های معتدل را از مقدار زیادی سیلیس‌خالی می‌کند (Barber and Haworth, 1981;Round *et al*., 1990; Wehr and Sheath, 2003).

دیاتوم ها به عنوان معرف های شرایط محیطی مطرح بوده و می توانند به صورت موفقیت آمیزی درروشن کردن وضعیت شرایط زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند(APHA,2005). همچنین جمعیت های مطلوبی برای مشخص کردن‌کیفیت آب بشمار می آیند (Atici *et al* ,2008). در بسیاری از مطالعات و تحقیقات با استفاده ازجمعیت دیاتوم ها کیفیت آب مورد ارزیابی قرار گرفته است، بدین صورت که با ارزیابی ترکیب گونه ای، رابطه آن را با کیفیت آب سنجیده اند (Bate et al, 2004). سنجش شرایط زیست محیطی می تواند بر اساس بررسی گونه ای خاص (Juttner *et al*, 1996) یا بررسی‌گروهی ازگونه ها (Kelly and Whitton, 1995;

(Kelly, 1998 ، و یا بررسی تمامی گونه دیاتوم های داخل منابع آبی (Krammer and Lange-Bertalot, 1985; Lowe and Pan, 1996) صورت گیرد. در کشورهای مختلف همچنین ارتباط اجتماعات دیاتوم ها با متغیرهای محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. که هدف از آن تعیین الگوهای گونه های دیاتوم ها درارتباط با متغیرهای محیطی درمنابع آبی است.

نتایج آماری آنالیزواریانس دوطرفه نشان داده که بین‌میانگین تراکم سالانه فیتوپلانکتونی‌درمناطق مختلف تالاب انزلی اختلاف معنی‌دار وجود داشته($P<0.05$) که درنتیجه می‌توان گفت مناطق‌آبکنار و هند خاله از این نظر در یک‌گروه ومناطق سیاکیشیم، شیجان و روگاها درگروه آماری دیگر قرار می‌گیرند. همچنین نتایج بدست آمده از تست‌توکی نشان می‌دهد که‌در هر منطقه، بین میانگین تراکم فیتوپلانکتون در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد($P>0.05$) (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۲؛ میرزاجانی و همکاران ۱۳۸۸؛ فلاحی کپورچالی و همکاران، ۱۳۹۵). دلیل اصلی اختلاف در میزان تراکم فیتوپلانکتونی درمناطق مختلف اختلاف درمیزان پوشش گیاهی، عمق متوسط ومیزان بارموادآلی وارده توسط رودخانه ها به هر یک از این مناطق رابایدذکر نمود(کیمبال‌ها، ۱۳۵۳). درمجموع، منطقه آبکنار(تالاب غرب) غنی‌ترین منطقه از نظر فیتوپلانکتونی بوده (حدود ۸۵ ٪) سپس به ترتیب مناطق روگاها، هندخاله، شیجان و سیاکیشیم از نظرپراکنش و فراوانی فیتوپلانکتونی قراردارند.

میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) طی مطالعات ده ساله(۱۳۷۰ الی ۱۳۸۰) با استفاده از سامانه جغرافیایی GISدر۴۲ نقطه در تالاب انزلی عنوان نمودند که فراوانی فیتوپلانکتون طی سال های مختلف در تالاب انزلی روند صعودی داشته است. میانگین فراوانی فیتوپلانکتون طی سال های مختلف (۹۳-۱۳۷۶) نشان داد ، شاخه سیانوفیتا با ۵۲/۶۰ درصد پرجمعیت تر از سایر شاخه ها بوده، همچنین مناطق آبکنار(تالاب غرب) و هندخاله (تالاب مرکزی) غنی‌ترین مناطق ازنظرتنوع و تراکم فیتوپلانکتونی هستند. شاخه های باسیلاریوفیتا با ۳۵/۷۹ درصد، کلروفیتا با ۹/۴ درصد در رده های بعدی قرار گرفته و سایر گروه های فیتوپلانکتونی از درصد جمعیتی کمی برخوردارهستند (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۲) (شکل۴) .

مطالعات نشان‌داده‌اند شاخه های‌کلروفیتا و باسیلاریوفیتا متنوع‌ترین همچنین شاخه های سیانوفیتا و باسیلاریوفیتا پرتراکم‌ترین‌گونه‌های فیتوپلانکتونی درتالاب انزلی بوده ومناطق آبکنار(تالاب غرب) وهندخاله (تالاب مرکزی) غنی‌ترین مناطق فیتوپلانکتونی ازنظرتنوع و تراکم هستند. بیشترین فراوانی‌سیانوفیتا در اواخر بهاریا اوایل تابستان و بیشتر درمنطقه آبکنار بوده اما جمعیت دیاتوم ها هم دراین ایام قابل توجه است. درفصل پائیز به مرور با سردشدن هوا دیاتوم‌ها با گونه‌های *Nitzschia acicularis* ,*Cyclotella meneghiniana* و*Synedra ulna* بیشترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهند اما جنس *Oscillatoria limosa* ازسیانوفیتا نیزدر فصول‌سرد سال از تراکم خوبی برخورداراست (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۵). بررسی میانگین فراوانی جنس‌های باسیلاریوفیتا (دیاتوم ها) طی دودهه بررسی نشان داد که جنس*Cyclotella* با بیش از ۵ میلیون عددرلیتر بیشترین فراوانی را داشته هر چند جنس‌های *Navicula* ، *Nitzschia* ، *Synedra* و نیز *Diatoma* بیشترین تعداد مشاهده در ایستگاه‌ها (بیش از ۸۰٪ ایستگاه‌ها) و ماه‌ها (بیش از ۸۵ ٪ ماه‌ها) را دارند (میرزاجانی و همکاران، ۱۳۸۸). از بین‌مناطق مختلف تالاب انزلی، آبکنار بدلیل pH بالا، Co_2 کم و ایست آبی خوب، عمق مناسب و فسفر ازدرجه یوتریفیکاسیون کمتری نسبت به سایر بخش ها برخوردار بوده و وضعیت مناسب‌تری برای رشد و پرورش ماهیان بخصوص لاروهای آنها دارد ، بالعکس مناطق شیجان و سیاکیشیم بدلیل فسفات و ازت بالاتر که باعث رشد شدید ماکروفیت‌ها شده، بعلاوه عمق کم‌آب وضعیت مناسب جهت رشد و پرورش ماهیان را ندارند(سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۲).

ارتباط تالاب انزلی با حوزه آبخیز به وسیله شبکه های رودخانه‌ای پیچیده‌ای تحقق یافته و از این طریق بارهای ارگانیک و غیر ارگانیک فراوانی براساس کاربری های متفاوت به آن وارد می‌گردند (خداپرست،۱۳۸۲). این‌بارها سبب‌تشدید فرایند یوتریفیکاسیون درمحدوده تالاب‌گردیده و مشکلات فراوانی از لحاظ زیست محیطی درآن ایجاد می‌نمایند(جمالزادفلاح، ۱۳۷۷) فرایندیوتریفیکاسیون در دریاچه های کم عمق می تواند تغییرات زیادی را در ساختار جامعه موجودات آبزی ایجاد نماید. عمدتاً چنین تغییراتی با فیتوپلانکتون به عنوان اولین سطح زنجیره غذایی آغاز می‌گردد (فلاحی کپورچالی و همکاران، ۱۳۹۵).

آنچه که مسلم است تالاب انزلی به دلایل تغییرات شدید اکولوژیکی از جمله پسروی آب دریای خزر، تغییرات آب وهوا و اقلیم دچار مشکلاتی شده و در فهرست تهدید (مونترو) قراردارد، اما این مشکلات در برابر مسا ئل و مواردی که عامل انسانی در آن دخیل بوده بسیار ناچیز است. از جمله ورود بیش از اندازه مواد آلاینده و مواد حاصله از کشاورزی، ورود رسوبات وتجمع آنها بدلیل احداث موج شکن جدید درخروجی تالاب به دریای خزرکه موجب کم شدن عمق تالاب شده، نیزارها ، شکوفایی گونه های فیتوپلانکتونی نامناسب، رشد بی‌رویه گیاهان ماکروفیت و مهاجم مثل دو گیاه آزولا و سنبل آبی که به اشتباه وارد تالاب شده وکنترل نشدند، این آفات کل سطح آب را گرفته ومانع ورود نور واکسیژن به تالاب می شوند، رها ساختن زباله، ورود فاضلاب های صنعتی و بیمارستانی سه شهر، همچنین عدم مدیریت آبخیزداری بالادست و لزوم استفاده از تله های رسوب گیر برای کاهش ورود رسوب به تالاب و در نهایت شکار وصید بی رویه و در بی رحمانه ترین حالات آتش زدن نیزارهای این تالاب بدست انسان، دچار کاهش مساحت، با توجه به تغییرات پوشش گیاهی حاشیهٔ تالاب و افزایش تغذیه گرایی شده است. با توجه به سیر قهقرایی موجود در روند تغییرات تالاب انزلی، شناخت سیر تحولات اکوسیستم‌ها بطورعام و تالاب‌ها به طوراخص، می‌تواند تا حدی در پیش بینی از وضعیت آیندهٔ آنها در صورت ادامهٔ روند کنونی راهگشا باشد، بنابراین لازم است که این روند و نتایج ادامهٔ آن در آینده در برنامهٔ مدیریتی تالاب گنجانیده شود(زبردست وجعفری،۱۳۹۰). شواهد نیز نشان می‌دهند که تالاب انزلی هم اکنون نیزاز نظر مواد بیوژن فوق العاده غنی بوده و این مسئله باعث عدم تعادل در این اکوسیستم آبی گردیده‌است ، مقایسه استانداردهای(OECD,1982) و منحنی نرمال فسفات کل‌درتالاب انزلی نمایانگرحرکت آن از انتهای مسیر یوتروفی بسوی هیپرتروفی‌بوده و مارا به این نکته می‌رساند که تا رسیدن به دم آخر این موهبت الهی تنها چند صباحی باقیمانده است، اگر دست نجنبانیم.

تشکروقدردانی

بدینوسیله‌از رئیس وقت پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی(مرکزتحقیقات شیلاتی‌استان‌گیلان) ، دکتر شعبانعلی نظامی بخاطرحمایت و فراهم آوردن تسهیلات لازم در به ثمر رسیدن این پژوهش، آقای اولاد ربیعی که زحمت نمونه‌برداری‌ها را بعهده داشتند، وسایرهمکاران محترم در آزمایشگاه پلانکتون تشکر و قدردانی می‌گردد .

توصیه ترویجی

شناسایی دریاها موجب شده است که فرآورده‌های بسیاری برای انسان حاصل شود، یکی از این فرآورده‌ها جلبک‌ها هستند که به زندگی روزانه بشر فواید بسیاری می‌رسانند. بررسی تکنولوژی و جنبه‌های اقتصادی تولید جلبک‌ها نشان می‌دهد که از آن‌ها در جنبه‌های مختلف تولید مواد می‌توان استفاده کرد.جلبک‌ها به‌عنوان یک منبع غذایی برای ماهیان، پستانداران و دیگر جانوران از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

وابستگی انسان به ماهی و سایر جانوران آبزی برای تکمیل خوراک خود واقعیتی است که بر کسی پوشیده نیست، بنابراین جلبک‌ها به‌طور غیر مستقیم ارزش بسیار ارزنده‌ای برای انسان‌ها دارند، بطوریکه بسیاری از شرکت‌های آبزی پرور از ریزجلبک‌هایی مانند کلرلا ، تتراسلمیس،

ایزوکرایسیس و اسپیرولینا برای پرورش آبزیان استفاده می‌کنند. بعضی از ریزجلبک‌ها به‌عنوان منبعی از رنگ‌دانه‌های طبیعی برای میگو و ماهی قزل آلا و ماهیان زینتی استفاده می‌شوند. از ریزجلبک‌ها به طور مستقیم و غیرمستقیم در محیط کشت برای تغذیه لاروها نیز استفاده می‌شود. در عمل آبزی‌پروری، میکروجلبک‌ها منابع تغذیه ای مهمی برای ماهی‌ها یا میگو هستند. مزایای استفاده از میکروجلبک‌ها بیشتر از خوراک‌های معمول و متداول بوده ازجمله این مزایا فراوانی مواد مغذی و حفظ کیفیت آب با استفاده از میکروجلبک‌ها است. میکروجلبک‌ها سرشار از پروتئین، لیپید و کربوهیدرات‌ها هستند که مواد مغذی اساسی برای آبزیان به شمار می‌آیند.

به‌طورکلی اجزای موجود در میکروجلبک‌ها را برای استفاده در آبزی‌پروری به سه دسته طبقه‌بندی می‌کنند. دسته اول میکروجلبک‌های سرشار از پروتئین و کربوهیدرات هستند که به‌عنوان جایگزین برای خوراک‌های سنتی و کاهش هزینه آبزی‌پروری به کار می‌روند. دسته دوم آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میکروجلبک‌ها است که می‌توانند برای تقویت ایمنی آبزیان و غلبه بر مشکلات مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده شوند. دسته سوم وجود بعضی از مؤلفه‌ها و اجزاء در میکروجلبک‌ها است که در رشد ماهی‌ها نقش مهمی دارند. به‌عنوان مثال آستاگزانتین که رنگ پوست و گوشت برخی از ماهی‌ها را تعیین می‌کند و رنگدانه اساسی در صنعت تولید ماهی قزل‌آلا است.

امروزه بهره‌برداری از جلبک‌ها در ابعاد صنعتی، کشاورزی، دارویی و غذایی ابعاد بسیار گسترده‌ای یافته و تکنولوژی مدرن برای تولید و بهره‌برداری از جلبک‌ها در کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. جلبک‌ها گیاهان متنوع و پراهمیتی هستند و به دلیل کاربردهای متنوعی که دارند توجهات زیادی را به سمت خود جلب کرده‌اند. با توجه به پتانسیل جلبک‌ها در تولید سوخت‌های زیستی و تجدیدپذیر بنابراین به سبب وجود بحران انرژی در جهان و محدودیت سوخت‌های فسیلی، تولید سوخت زیستی از جلبک‌ها می‌تواند تحول عظیمی در صنایع بیوتکنولوژی ایجاد کند. این گیاهان ارزشمند در زمینه‌های پزشکی و داروسازی و صنایع غذایی نیز کاربردهای فراوانی دارند. خوشبختانه درکشور ما بدلیل شرایط جغرافیایی خاص، گسترش جلبک ها آن چنان است که بسیاری ازانواع تولید کننده مواد اولیه دارویی را داریم و می توانیم با بهره‌گیری از آنها از ورود این مواد از خارج جلوگیری‌کنیم. با توجه به اثرات متعددی که استفاده از جلبک ها دارند، لزوم توجه هر چه بیشتر به شناخت این ذخایر و قابلیت های کاربردی آنها، لازم است در مورد کاربردگونه های مختلف جلبکی تحقیقات لازم صورت گرفته تا بر اساس آن بتوان به نحو مطلوب بهره برداری بهینه را از این منابع طبیعی ملی انجام داد.

منابع

پیروشکینا، آ. ای.، لاورینکو، ماکاروا.، ۱۹۶۸.جلبکهای پلانکتونی دریای خزر.لنینگراد.۲۹۰صفحه. (منبع روسی، ترجمه نشده).

جمالزادفلاح،ف.، ۳۷۷. تعیین‌میزان‌حساسیت‌مناطق‌مختلف تالاب انزلی.پایان‌نامه‌کارشناسی‌ارشد،دانشگاه‌تهران .ص ۲۰-۱.

خداپرست،س.ح.، ۱۳۷۸. گزارش‌نهایی‌پروژه‌هیدرولوژی و هیدر و بیولوژی تالاب انزلی طی سالهای۱۳۷۱تا ۱۳۷۵.مرکزتحقیقات شیلاتی‌استان گیلان .۱۵۶صفحه.

خداپرست، س. ح.، ۱۳۸۲. مطالعات جامع شیلاتی تالاب انزلی .اداره کل شیلات استان گیلان، معاونت تکثیر وپرورش آبزیان مجری: مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان .۲۰۴ صفحه.

رمضانپور، ز.، ۱۳۷۳. بررسی اکولوژیکی فیتوپلانکتونهای تالاب انزلی . پایان نامه کارشناسی ارشددانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران، دانشکده علوم وفنون دریایی.۱۶۲ صفحه.

زبردست، ل و جعفری، ح. ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دورو ارائهٔ راه حل مدیریتی. مجله محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۵۷ ، بهار ۹۰ ، صفحهٔ ۵۷- ۶۴ .

سبک آرا، ج و مکارمی، م .، ۱۳۸۲. گزارش نهایی پلانکتونی پروژه مطالعات محلهای تکثیرطبیعی ماهیان مهاجر درتالاب انزلی درسال ۱۳۸۱. پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی. ۴۲- ۲۱ .

سبک آرا، ج و مکارمی، م .، ۱۳۸۳. پراکنش وفراوانی پلانکتون‌ها و نقش آنها درتالاب انزلی طی سالهای ۱۳۷۹ – ۱۳۷۶. مجله علمی شیلات ایران. سال سیزدهم ، شماره ۳ . صفحات۱۱۳- ۸۷ .

سبک آرا، ج و مکارمی، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی شناسایی‌گونه ای واطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی طی‌سالهای۱۳۷۹- ۱۳۷۶.وزارت جهاد کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی.۸۳ صفحه.

سبک آرا، ج و مکارمی، م.، ۱۳۹۴. اطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر. ناشرموسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. چاپ اول ۶۵۶ صفحه.

فلاحی‌کپورچالی، م.، مطلبی، ع.، سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، خطیب، س.، خداپرست، س. ح.، میرزاجانی، ع.، ولی پور، ع.، خوشحال، ج.، افشارچی، ح.، گل مروی، د.، منصوره قائمی، آ.، قدیری ابیانه، م.، ۱۳۹۵. گزارش نهایی مطالعه ساختار معیت فیتوپلانکتونی تالاب انزلی طی سالهای ۹۰ - ۱۳۸۹ . وزارت جهاد کشاورزی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی.۵۰ صفحه.

کسیلف، یی. آ.، ۱۹۵۳. کلیدشناسایی جلبکها وگیاهان پست (جلد ۲) . مسکو .۳۱۱صفحه(منبع روسی، ترجمه نشده).

کورسانف، ل. یی.، ۱۹۵۳. کلیدشناسایی جلبکها وگیاهان پست (جلد ۱) . مسکو .۳۹۴صفحه (منبع روسی، ترجمه نشده).

کیمبال،ک.دوکیمبال،س.، ۱۳۵۳. مطالعات‌لیمنولوژی تالاب‌انزلی. ترجمه مهندس حسین‌پور. انتشارات جهاد سازندگی استان گیلان۱۳۶۶. ۱۱۴صفحه .

مهندسین مشاور یکم.، ۱۳۶۷. مطالعات گام‌اول طرح جامع‌احیاء تالاب‌انزلی. جلدهفتم. لیمنولوژی. انتشارات جهادسازندگی‌استان گیلان، کمیته‌امورآب. ۳۱۹صفحه.

منوری، م.، ۱۳۶۹. بررسی اکولوژیک تالاب انزلی. رشت . گیلان. ۲۲۷ صفحه.

میرزاجانی، ع.، کیابی، ب.، جمالزادفلاح، ف.، خداپرست، ح.، عباسی رنجبر، ک.، سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، پورغلامی مقدم، ا.، فلاحی‌کپورچالی، م.، وطن دوست، م.، بابایی، ه.، دادای قندی، ع.، قانع ساسایی، ا.، کمالی، ا.، عبداله پور، ح.، حسینجانی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی لیمنولوژیکی تالاب انزلی بر مبنای مطالعات ده ساله (۱۳۸۰-۱۳۷۰) با استفاده از سامانه جغرافیایی GIS. پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور (بندر انزلی). ۹۶ صفحه.

American Poblic Helth Associatoin(APHA)., 2005. Standard Metod for the Examination of Water and Waste water. USA.1193 P.

Andrejic, J. Z., Krizmanic, J. and Cvijan, M., 2004. Diatom species composition of the Nisava River an its tributaries Jerma and Temska Rivers (Southern Serbia). Archives of Biological Science Belgrade. 64:1127-1140.

Atici, T., Ahiska, S., Altinda, A., Aydin, D., 2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg,Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sar1yar Dam Reservoir in Turkey.African Journal of Biotechnology 7: 1972-1977.

Bate, G., Smailes, P., Adans, J., 2004. A water quality index for use with diatoms in the assessment of rivers.Water S A40: 493-502.

Barber, H. G. and Haworth , E. Y., 1981. The Diatom Frustule. Ambleside, UK, Freshwater Biological Association, p. 112.

Brraich, O. S. and Kaur, R., 2015. Phytoplankton Community Structure and Species Diversity of Nangal Wetland, Punjab, India. Int. Res. J. Biological Sci. 4(3): 76-83.

Kelly, M. G., Whitton, B. A., 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J Appl Phycol 7: 433-444.

Kelly, M. G., 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water assessments in Europe. Journal of Applied Phycology 10: 215-224.

Kim,Y. S., Choi, H. G. and Nam K. M., 2008. Seasonal variations of marine algal in the community vicinity of Uljin nuclear power plant, Korea Journal of Environmental Biology. 29: 493-499.

Komulaynen, S., 2009. Diatoms of periphyton assemblages in small rivers in Northwestern Russia, Studi trentini di scienze naturali. 84: 153-160.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1985. Naviculaceae Neue und weing bekannet Taxa, neue Kombination und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. Biblotheca Diatomologia 9: 230-235.

Lepisto, L., 1999.Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland.Monographs of the Boreal Environment Research. pp.16-43.

Lowe, R. L., Pan, Y. D., 1996. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. in: R. J. Stevenson, M. L. Bothwell and R L. Lowe (eds.), Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystem,Academic Press Inc., San Diego. pp.705-739.

Maosen, H., 1983. Fresh Water Plankton Illustration . Agriculture publishing house.85 P.

Minelli, A., 1994. Biological Systematics. 1994 . CHAPMAN & HALL .London .387 P.

Norton,T.A., Melkonian, M .,Andersen, R. A., 1996. Algal biodiversity. Phycologia 35 (50) 308 –326.

OECD., 1982. Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control. Final Report, OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control, Environment Directorate), OECD, Paris,France.

Bellinger, E. G., 1986. A Key to Common British Algae .The Instituation of Water and Environmental Management London WCIN2EB.138 P.

Bellinger, E. G., Sigee, D.C., 2010. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons publication. 136P.

Costanza, R., Farber, S. C. and Maxwell, J., 1989. Valuation and management of wetland ecosystems, Ecological Economics 1: 335–361.

El- Awamri, A., El-Salam, A., Shaaban, M. and Saleh, A., 2009. Floristic Study on Benthic Diatoms of the Ground water Seepages at Kobri El-kobba (Cairo, Egypt). Journal of Applied Sciences Research. 3: 1809-1818.

Edmondson, W. T., 1959. Fresh Water Biology. Newyourk, London. John wiley and sons Inc.1248 P.

Ezekiel, E. N., Ogamba, E. N. and Abowei, J. F.N ., 2011. The Distribution and Seasonality of Phytoplankton in Sombreiro River, Niger Delta, Nigeria Asian Journal .of Agriculture Science. 3 : 192-199. Faculty of Environment, University of Tehran.

Falkowski, P. G. and Raven, J. A., 1997. Aquatic Photosynthesis. Malden, USA, Blackwell Science. pp. 97–104.

Fott, B., 1971., ALGENKUNDE. Gustav Fischer Verlag . Stuttgart. 581 P.

Frantisek, H., 1984. Studies on the Chlorococcal Algae. Vol 3, 4, 5. Bratislava. 530P, 225P, 264P.

Hosle, G. R and Syvertsen, E. E., 1997. Marine diatoms. In Tomas,C. R. (ed.) Identifying Marine Phytoplankton. New York, USA, Academic Press, pp. 5–385.

Heinonen, P., 2004. Monitoring and Assessment of the Ecological Status of Lakes.www. environment. publication Helsinki,108 P.

Juttner, I., Rothfritz, H., Ormerod, S. J., 1996. Diatoms as indicators of rivers water quality in the Nepalese Middle Hills with consideration of the effects of habitats-species sampling.Freshwater Biol 36: 475-486.

Presscot, G. W., 1976.The Fresh Water Algae.WM.C.Brown Company Publishing ,Iowa .348P.

Presscot, G. W., 1962. Algae of the western great lakes area .vol 1,2,3. WM.C.Brown Company Publishing, Iowa.933P.

Round, F. E ., Crawford, R. M ., Mann, D. G .,1990. The Diatoms Biology and Morphology of the Genera. Cambridge, UK, Cambridge University Press. pp. 83 – 110.

Sahin, B and Akar, B ., 2007. Species Composition and Diversity of Epipelic Algae in Catal Lake(Şebinkarahisar-Giresun,Turkey) ,Turkish Jornal of Biology. 28 : 103-109.

Sheath, R.G., Wehr,J.D., Thorp,J.H., 2003. Freshwater Algae of North America, Ecology and Classification.Academic Press.935P.

Sen, B and Sonmez, F., 2006. A Study on the Algae in Fish Ponds and Their Seasonal Variations. Intnational Journalof Science and Technology. 1: 25-33.

Skaloud, P., 2012. Species composition and diversity of aero-terrestrial algae and cyanobacteria of the Boreč Hill ventaroles. Fottea. 9: 65–80. Smith.

Taylor, J. C ., Harding, W. R and Archibald, C., 2007. An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. Gezina: Water Research Commission . P.8.

Tiffany, L. H and Britton. M. e., 1971. The Algae of Illinois.Hanfer publishing Company, Newyork.407 P.

Vanderstukken, M ., Steven, A .J ., Declerck, D.E. and Muylaert , K., 2014. Long-term allelopathic control of phytoplankton by the submerged macrophyte *Elodea nuttallii*.Journal of Fresh water Biology .Volume 59 Issue 5 May 2014. pp. 930–941.

Wehr, J. D and Sheath, R. G., 2003. Freshwater Algae of North America Ecology and Classification (Aquatic Ecology)-Academic Press.918P.

Distribution and species diversity of Bacillariophyta (Diatoms) and their environmental significance in aquatic life in Anzali wetland ecosystem

Sabkara J.[1*]; Makaremi M. [1]

[1]Inland Waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran

Abstract

This study was carried out in 27 study stations in Shijan, Siakishim, Abkenar, Hendekhaleh and Rogaha (River outlets), during conducting research hydrology and hydrobiology and preparing Atlas of plankton in the Anzali wetland during the years 1997 from 2014. Sampling was done by (P.V.C) tube, The samples were fixed with 4% formalin and then transferred to the laboratory and after quantitative and qualitative studies with inverted microscope were taken picture them by Nikon Labophot microscop. For phytoplankton (1 liter of water sampels) were Collected alive with (p.v.c) tube (lenth , 2 m) and transfer to laboratory. samples were analyzed under a invert Microscope and then separate with Pasteur pipette and photography from different side by Nikon Labophot microscop. In total, 39 genus and 87 species were identified in the Bacillariophyta. This phylum includes a Class called Bacillariophyceae and 2 important order called Centrales and Penales, commonly referred to as "Golden- Brown Algae". The most abundant Genus of Bacillariophyta are *Synedra ulna*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cuspidata*, *Diatoma vulgare*, and *Nitzschia acicularis*. The members of this category are mostly Psychrophilic in autumn and winter, it is dominated by a large variety, but in warm and temperate seasons, especially in the most of the Anzali wetlands are located in the Siakishem and mainoutlets, but most of their distribution are in the Abkenar area. Diatoms are the main food of many aquatic species, including zooplankton and fish, and due to the abundant oil in the diatom cells, they also feed many productive organisms.Today, many technical patterns in nanotechnology are due to the delicate but powerful structure of diatoms. Silicon microprocessors and smart bio-sensors are just a few of the applications of diatoms in nanoscience and technology.

Keywords: Phytoplankton , Bacillariophyta , Distribution, Anzali wetland , Atlas plankton.

*Corresponding author: jsabkara@yahoo.com