

- ۳- پلانکتون‌های اپی‌پلاژیک: گروهی هستند که در طول روز در عمقی کمتر از ۳۰۰ متر به سر می‌برند.
- ۴- پلانکتون‌های مزوپلاژیک: گروهی هستند که در طول روز در عمق بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر به سر می‌برند.
- ۵- پلانکتون‌های باتی‌پلاژیک: گروهی هستند که در طول روز در عمق بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ الی ۴۰۰۰ متری به سر می‌برند.
- ۶- پلانکتون‌های آبی‌سوپلاژیک: گروهی که در آبهای عمیق‌تر از ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر زندگی می‌کنند.
- ۷- پلانکتون‌های اپی‌بنتیک: گروهی هستند که نزدیک کف بستر آب زندگی می‌کنند یا گاه به‌طور موقت کاملاً مماس با کف به سر می‌برند.

مکانیسم‌های دفاع در پلانکتون‌ها

پلانکتون‌ها به دلیل این که قدرت حرکت و فرار از شرایط نامطلوب و شکارشدن را ندارند به ناچار با سازش‌هایی خود را با محیط وفق داده‌اند: از جمله

- ۱- تغییر رنگ یا همانند شدن با محیط: پلانکتون‌ها به رنگ‌های سبز، آبی یا بی‌رنگ در می‌آیند (چون لایه‌های سطحی به این رنگ‌ها دیده می‌شوند).
- ۲- تولید رنگ‌های مختلف در سطح و کف بدن که قسمت سطحی به رنگ آب درآمده و قسمت پائینی به رنگ نقره‌ای در می‌آیند.

۳- تولید عناصر ویژه که با تولید این عناصر خود را پنهان می‌کنند.

به‌طور کلی پلانکتون‌ها را به ۳ گروه تقسیم بندی می‌کنند:

- ۱- باکتریوپلانکتون
- ۲- زئوپلانکتون
- ۳- فیتوپلانکتون

آلگ‌ها

آلگ‌ها هم بصورت چسبیده، هم بصورت فیتوپلانکتون‌های شناور و آزاد موجود می‌باشند. نوع اولی در نواحی کم عمق آب‌های تمیز دریاچه‌ها و نهرها به وفور یافت گشته و نوع دوم در دریاچه‌های بزرگتر و در کناره‌های رودخانه‌های با جریان آرام اهمیت زیادی دارند. آلگ‌ها یک گروه بسیار متنوع هستند، بخاطر فقدان اندامهایی که گیاهان بزرگتر دارند، از آنها متمایز می‌گردند. آلگ‌های فتوسنتز کننده فاقد ریشه، ساقه و برگ می‌باشند. آلگ‌ها ممکن است به اشکال تک سلولی، کلنی یا رشته‌ای دیده شوند. آنها همچنین قادرند توسط سلول‌های تکثیر زیاد شوند، ولی رشد سریع آنها بوسیله تولید مثل زایشی صورت می‌گیرد. جلبک‌ها در اندازه و شکل‌های متنوعی بوده و از گونه‌های تک‌سلولی با طول چند میکرون تا اشکال مجتمع یا رشته‌ای (که به آسانی با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند) در بین آنها یافت می‌شوند. جلبک‌ها در اشکال ساده و مدور (مانند بسیاری از دیاتومه‌های مدور) تا انواع به شدت تخصص یافته همراه با خار یا تارک یافت می‌شوند. تنوع و تفاوت زیاد گونه‌های جلبکی باعث شده تا همیشه انواعی از این جانداران در تمام دریاچه‌ها و آبگیرها حضور داشته باشند زیرا دریاچه در هر شرایط زیست محیطی‌ای که باشد، این شرایط در هر صورت برای گروه خاصی از جلبک‌ها ایده‌آل خواهد بود. گروهی از جلبک‌ها جزء فیتوپلانکتون‌ها محسوب شده در حالی که گروه دیگر به یک بستر اتصال داشته و جلبک‌های پوششی نامیده می‌شوند.

فیتوپلانکتون‌ها

فیتو به معنی گیاه بوده و پلانکتون نیز لغتی است که ریشه‌ی لاتین داشته و به معنی سرگردان می‌باشد؛ بنابراین فیتوپلانکتون در لغت به معنی «گیاه سرگردان» بوده که این نام به خوبی هم روش زندگی سرگردان این موجودات را در دریاچه‌ها و آبگیرها نشان می‌دهد و هم نمایانگر انتشار وسیع جهانی آنهاست. سطح خارجی سلول‌های جلبکی را یک دیواره‌ی سلولی در بر گرفته که اغلب از جنس سلولز و سایر پلی‌ساکاریدها می‌باشد اما پروتئین، لیپید و سیلیسیم نیز در ساختمانشان وارد می‌شوند. ترکیب

شیمیایی دیواره سلولی در گونه‌های مختلف متفاوت بوده که از آن برای طبقه‌بندی انواع جلبک‌ها استفاده می‌شود. این نوع گیاهان کوچک و بسیار ساده نیز جهت ساختن مواد مورد نیاز بدنشان به نور احتیاج دارند که این عمل را از طریق فتوسنتز انجام می‌دهند. فیتوپلانکتونها مواد غذایی اساسی آلی را در آبهای آزاد تولید می‌کنند. توسعه این میکروارگانیسم‌های گیاهی به ترکیب شیمیایی آب، درجه حرارت و شرایط نوری بستگی دارد. در نتیجه ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتونها و تعداد آنها از یک پهنه آبی تا پهنه آبی دیگر تفاوت زیادی دارد. همچنین تغییر شکل فصلی نیز در فیتوپلانکتونها وجود دارد. فیتوپلانکتونها غذای اساسی زئوپلانکتونها هستند، این موجودات پس از مرگ به عمق آب فرو رفته و ضمن تولید بخش مهمی از دتریتوس‌های حاصلخیز، عناصر حیاتی مورد نیاز جانوران کف‌زی را نیز تأمین می‌کنند.

فیتوپلانکتون، اتوتروف‌های میکروسکوپی شناور در آب هستند که حرکت آنها کم‌وبیش وابسته به جریان آب است. فیتوپلانکتون شامل جلبک‌ها (عمدتاً عضو گروه‌های *Cyanophyceae*, *chlorophyceae* و *Bacillariophyceae*) و تاژکداران سبز شبه جلبکی می‌باشند. علت سبز رنگ بودن آب، حضور فیتوپلانکتون در آب می‌باشد. فیتوپلانکتون بر اساس اندازه به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

Ultraplankton	۰/۵-۱۰ میکرون
Nanoplankton	۱۰-۵۰ میکرون
Microplankton (Net plankton)	۵۰-۵۰۰ میکرون
Macroplankton	>۵۰۰ میکرون

فیتوپلانکتون تولید کنندگان اولیه سیستم‌های آبی هستند. برآورد آنها شاخص خوبی برای تعیین کیفیت آب و ظرفیت آب برای جوامع هتروتروفیک می‌باشد. همچنین فیتوپلانکتون نقش حیاتی را در تصفیه بیولوژیکی بقایای آلی موجود در آب بازی می‌کنند و در طی معدنی کردن مواد آلی توسط باکتری‌ها، اکسیژن مورد نیاز آنها را تأمین می‌نمایند.

جلبک‌های سبز-آبی

جلبک‌های سبز-آبی از موجودات ابتدایی بوده که فاقد هسته و بعضی از ساختارهای سلولی می‌باشند و به همین دلیل جزء پروکاریوت‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. با این وجود این موجودات را در بخش جلبک‌ها مورد بررسی قرار می‌دهند زیرا همیشه در نمونه‌های جلبکی، این موجودات را نیز مشاهده می‌کنیم. همیشه روی این موضوع که آیا این گروه از موجودات زنده را باید سیانوباکتری نامید یا جلبک‌های سبز-آبی بحث و جدال بوده است. اخیراً نام سیانوپروکاریوت برای آنها پیشنهاد شده است. جلبک‌های سبز-آبی علاوه بر هسته، کلروپلاست نیز ندارند (اندامکی که محل تجمع رنگدانه‌ها در سایر جلبک‌ها می‌باشد). رنگدانه‌های فتوسنتزی در این موجودات، بدون این که توسط غشایی در بر گرفته شوند، روی تیغه‌هایی قرار گرفته و بدین ترتیب از بقیه‌ی سیتوپلاسم جدا نمی‌شوند. این جلبک‌ها از رنگدانه‌ی فیکوبیلین برخوردار بوده که یک رنگ مایل به آبی برای آنها ایجاد می‌کند. پیگمان سبز (کلروفیل) در این جلبک‌ها اغلب به وسیله پیگمانهای سبز آبی، سبز قهوه‌ای یا قرمز کمرنگ پوشیده می‌شود. شکل سلولها در این جلبک‌ها از تنوع بالایی برخوردار است. انواع تک سلولی این جلبک‌ها وجود دارد که به شکل کروی کشیده، تخم مرغی، خمیده مثل S یا مارپیچی می‌باشند. یک غلاف ژلاتینی آنها را بصورت کلنی‌هایی به یکدیگر پیوند می‌دهد. در بعضی دیگر سلولها بصورت رشته‌هایی به هم متصل می‌شوند. در برخی تمام سلولها تقریباً شبیه هم هستند و در برخی دیگر دارای یک پا و یک سر می‌باشند که آنها را متمایز کرده است. بیشتر جلبک‌های سبز آبی بی‌حرکتند. بعضی اشکال رشته‌ای حرکات موجی انجام می‌دهند. بخش اعظم جلبک‌های سبز-آبی (از جمله بسیاری از جلبک‌های معروف مشکل آفرین غالب در دریاچه‌های یوتروف مثل *Aphanizomenon* sp، رشته‌ای هستند. بسیاری از جلبک‌های سبز-آبی رشته‌ای قادر به ایجاد

سلول‌های نامتجانس می‌باشند؛ این سلول‌ها دیواره‌های ضخیمی داشته و غلظت اکسیژن در آنها پائین بوده بدین ترتیب شرایط مطلوبی برای تثبیت نیتروژن در آنها ایجاد می‌شود. همه‌ی جلبک‌های سبز-آبی، رشته‌ای نبوده و تعدادی مانند *Microcystis* sp. تک سلولی بوده و یا تشکیل تجمع سلولی می‌دهند.

جلبک‌های سبز آبی (آفانیزومنون، میکروسیستیس) به هنگام فصل گرم بصورت توده‌های بزرگی ظاهر شده و یک لایه شناور مخصوص را تشکیل می‌دهند. این پدیده را شکوفایی آب (Water bloom) می‌گویند که اغلب با یک بوی خاص همراه است. زمانی که شکوفایی آب ناشی از جلبک اوسیلاتوریا باشد ممکن است یک مزه نامطبوع را در ماهی پرورش یافته در آن آب ایجاد نماید.

جلبک‌های سبز-آبی از نظر استخرهای آبی‌پروری دارای اهمیت هستند. زیرا بیوماس بالایی در استخرها دارا هستند. از طرف دیگر توانایی شکوفایی یا بلوم جلبکی دارند. اکولوژیست‌ها جلبک‌های سبز-آبی که قادر به شکوفایی هستند را موجودات وابسته به K نام‌گذاری کردند. این موجودات رشد کمی دارند. و قادرند برای دستیابی به منابع محدود با سایر گونه‌ها رقابت کنند. از نظر تولیدات اولیه در استخرهایی که تولید غذای آبی وابسته به تولیدات اولیه است نامطلوبند. میزان کربن تثبیت شده توسط جلبک‌های سبز-آبی در مقایسه با فیتوپلانکتون‌های یوکاریوت مانند دینوفلاژله‌ها، دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز کمتر است. در نتیجه میزان تولید آبیان کاهش پیدا می‌کند. در حقیقت راندمان انتقال غذا در شبکه‌های غذایی که جلبک‌های سبز-آبی اولین زنجیره باشد کاهش خواهد یافت. تعداد محدودی از زئوپلانکتون‌ها توانایی تغذیه از جلبک‌های سبز-آبی را دارا هستند از جمله دلایل تغذیه کم از این نوع جلبک می‌توان به کلنی، بزرگ بودن و کیفیت نامطلوب، هضم پائین و سمی بودنشان اشاره کرد. ۲۲ جنس و ۹۰ گونه دارند که از ۲۲ جنس، ۴ جنس نامطلوب است. ۱- *Microcystis*، ۲- *Aphanizomenon*، ۳- *Oscillatoria*، ۴- *Anabaena*. تعداد محدودی از آنها توسط ماهی‌ها هضم می‌شود. از دیدگاه اقتصادی مهمترین ویژگی منفی جلبک‌های سبز-آبی ایجاد متابولیت‌های بدبو است. که توسط آب جذب ماهی شده و سبب ایجاد بوی بد و نامطلوب در گوشت ماهی می‌کند. انتقال کربن در اکوسیستم‌هایی که جلبک سبز-آبی درونشان غالب است به موجودات اکوسیستم بستگی دارد: ۱- مواد دتریتوس، ۲- تغذیه روتیفرها و پروتوزوآ از جلبک‌های سبز-آبی؛ در نتیجه بیوماس کلی جلبک به مواد غذایی مناسب برای سایر زئوپلانکتون‌های گیاه خوار تبدیل می‌شود. در شرایطی که نور مورد نیاز برای فتوسنتز بدلیل کدورت بالای آبی و بیوماس بالای فیتوپلانکتونی محدود می‌شود؛ جلبک‌های سبز-آبی از طریق شناوری خودشان را به سطح آب می‌رسانند. چگالی کربوهیدرات از آب بالاتر است. پس همه‌ی گونه‌های جلبک‌های سبز-آبی که قادر به تشکیل بلوم در محیط هستند دارای زوائد کربوهیدراتی بوده که دارای چگالی بالا در آب هستند و سبب پائین رفتن موجود به عمق می‌شود. برای بالا آمدن دارای واکوئل‌های گازی هستند که با جمع کردن و باز کردن واکوئل‌ها قادر به شناور شدن در آب می‌باشند. نور مهمترین عامل تأثیرگذار در تنظیم شناوری و موقعیت جلبک‌های سبز-آبی در آب است. با تشکیل لایه در سطح آب میزان ورود اکسیژن از اتمسفر به آب کاهش پیدا می‌کند. از طرفی بسیاری از جلبک‌های سبز-آبی دچار مرگ دسته‌جمعی می‌شوند. مرگ جوامع متراکم و تقریباً تک‌سلولی جلبک‌های سبز-آبی سبب می‌شود که مقدار زیادی از اکسیژن برای تجزیه‌ی سلول‌های مرده مصرف شود. از ویژگی‌های دیگر این جلبک‌ها، در شرایط پائین بودن میزان منابع نیتروژن نسبت به فسفر و محدود شدن رشد فیتوپلانکتون‌ها توسط نیتروژن، جلبک‌های سبز-آبی قادرند با سایر گونه‌ها به منظور دستیابی به منابع غیر آلی نیتروژن مانند آمونیوم، نترات، نیتريت رقابت کنند. برخی از جلبک‌های سبز-آبی توانایی بی‌ظیری در جذب نیتروژن مولکولی و تثبیت آن

دارند. در شرایطی که میزان کربن در اکوسیستم کاهش می‌یابد قادرند با تغییر شناوری به سطح آب آمده جایی که CO_2 فراوان است و این گاز را از سطح آب جذب کنند.

جلبک‌های سبز (Chlorophyceae)

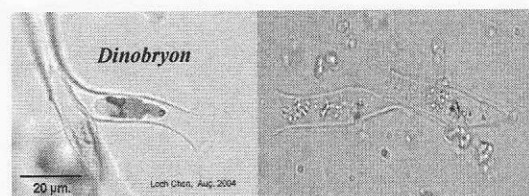
جلبک‌های سبز، اندام‌هایی حاوی پیگمان‌های سبز خالص (کلروپلاست) دارند. این جلبک‌ها هم در ساختمان رویشی و هم در انواع روش‌های تکثیرشان، وارته‌های فوق‌العاده زیادی دارند. این جلبک‌ها در مراحل رویشی ثابت و بی‌حرکتند. جلبک‌های سبز از نظر شکل ظاهری بسیار متنوع می‌باشند طوری که از اشکال پلانکتونی تاژکدار (مانند *Chlamydomonas* sp.) و اشکال مجتمع احاطه شده به وسیله‌ی موکوس (مانند *Spirogyra* sp.) در دسته‌ی جلبک‌های سبز قرار می‌گیرند. بسیاری از جلبک‌های سبز، یک دیواره سخت خارجی از جنس سلولز و کلروپلاست‌های به رنگ سبز روشن داشته که بیشتر حاوی کلروفیل b می‌باشند.

در میان جلبک‌های سبز، اشکال تک سلولی کوچک میکروسکوپی و رشته‌ای وجود دارد که تشکیل رشته‌های ضخیم می‌دهند به طوری که تعدادی از آنها شباهت به گیاهان بزرگ دارند. اکسیژن آزاد شده در فتوسنتز، جلبک‌های نخی شکل را قادر می‌سازد تا روی سطح آب شناور شوند. آنها اغلب بصورت توده‌های سبز بزرگ در سطح آب به حرکت درمی‌آیند. نمایندگان اصلی جلبک‌های سبز رشته‌ای کلادوفورا و اسپروژیرا هستند که به گروه Conjugates تعلق دارند. یک روش اجمالی جهت تمایز بین این دو دسته جلبک، برداشتن و لمس کردن مقداری از توده آنها می‌باشد. توده‌هایی که بوسیله جلبک کلادوفورا تشکیل شده‌اند با لمس کردن زبر و سخت احساس می‌شوند، در حالی که توده‌های تشکیل شده توسط جلبک اسپروژیرا نرم و لغزنده هستند.



جلبک‌های طلایی یا Chrysophyceae

علت ایجاد رنگ طلایی در این جلبک‌ها، وجود رنگدانه‌های کارتنوئیدی در کنار رنگدانه‌ی کلروفیل می‌باشد. بسیاری از کریزوفیت‌ها تک سلولی بوده و بعضی از آنها به وسیله صفحات سیلیسی یا آهکی ظریفی پوشیده می‌شوند. اشکال مجتمع نیز در بین این جلبک‌ها دیده شده که نمونه‌ی آن، جنس معروف *Dinobryon* sp. بوده که انتشار گسترده‌ای دارد. سلول‌های *Dinobryon* sp. در یک محفظه‌ی گلدانی شکل قرار می‌گیرند؛ این محفظه‌ها به یکدیگر متصل بوده و یک ظاهر بادبزنی به تجمع می‌دهند. کریزوفیت‌ها هاگ‌های مقاومی تولید می‌کنند. که دیواره‌ی ضخیمی از جنس سیلیس داشته و قدرت رویش خود را در رسوبات به مدت طولانی حفظ می‌کنند.



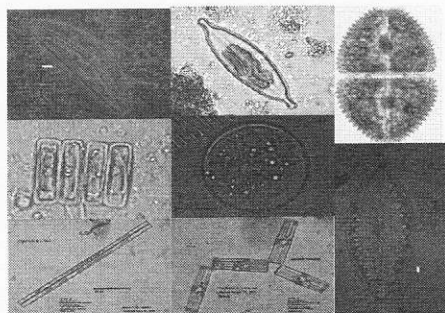
دیاتومه‌ها (Bacillariophyceae)

سلول دیاتومه دارای یک هسته بوده و کروماتوفورهای زرد مایل به قهوه‌ای دارد. دیاتومه‌ها موجوداتی تک سلولی‌اند و بوسیله یک پوسته سیلیسی مخصوص احاطه می‌شوند. این پوسته سیلیسی شامل دو قسمت است که پوسته بالایی بصورت یک غلاف بزرگ پوسته پائینی را می‌پوشاند. این موجودات به دو شکل سنتریک (با تقارن مرکزی) و پینیت (با تقارن محوری) دیده می‌شوند. تکثیر غیر جنسی در دیاتومه‌ها از طریق تقسیم دو تایی است به طوری که دو نیمه پوسته سیلیسی از یکدیگر جدا شده و هر سلول یک نیمه تحتانی جدید تولید می‌کند. این نحوه تولید مثل منجر به تولید سلول‌های دختری شده که بسیار کوچک‌ترند. این فرآیند تا رسیدن به حداقل اندازه ادامه می‌یابد، سپس اندازه اصلی مربوط به هر گروه از طریق تشکیل اسپورهای رشد

دیاتومه‌ها (Bacillariophyceae)

سلول دیاتومه دارای یک هسته بوده و کروماتوفورهای زرد مایل به قهوه‌ای دارد. دیاتومه‌ها موجوداتی تک سلولی اند و بوسیله یک پوسته سیلیسی مخصوص احاطه می‌شوند. این پوسته سیلیسی شامل دو قسمت است که پوسته بالایی بصورت یک غلاف بزرگ پوسته پائینی را می‌پوشاند. این موجودات به دو شکل ستتریک (با تقارن مرکزی) و پینیت (با تقارن محوری) دیده می‌شوند. تکثیر غیر جنسی در دیاتومه‌ها از طریق تقسیم دو تایی است؛ به طوری که دو نیمه پوسته سیلیسی از یکدیگر جدا شده و هر سلول یک نیمه تحتانی جدید تولید می‌کند. همیشه بعد از تقسیم، یکی از سلول‌ها هم اندازه‌ی سلول مادری بوده در حالی که سلول دیگر کوچکتر می‌باشد؛ بنابراین نتیجه‌ی این تقسیمات متوالی، ایجاد سلول‌های با اندازه‌ی کوچکتر در جمعیت دیاتومه‌ها خواهد بود. هنگامی که اندازه‌ی دیاتومه‌های جدید به یک حد بحرانی رسید، شروع به تولید مثل جنسی نموده و تولید اکسوسپور می‌کنند. سلول‌های بزرگ اکسوسپور شروع به تقسیم نموده و سلول‌های دیاتومه‌ی جدیدی ایجاد می‌کنند که بزرگ و در اندازه‌ی واقعی می‌باشند. این دیاتومه‌ها نیز در ادامه، شروع به تولید مثل غیر جنسی می‌کنند.

بعضی از دیاتومه‌های پلانکتونی برای حفظ شناوری خود ساختمان بخصوصی داشته یا به صورت زنجیره‌هایی از طریق یک پوشش ژلاتینی بهم متصل می‌شوند. بعضی از گونه‌های دیاتومه از خود حرکات زنشی را نشان می‌دهند که در اثر جریان پروتوپلاسمی ایجاد می‌شود. با این که بیشتر دیاتومه‌ها جزء جلبک‌های پوششی محسوب می‌شوند (یعنی به یک تکیه‌گاه اتصال دارند) اما از طرف دیگر یکی از گروه‌های مهم از فیتوپلانکتون‌ها را تشکیل می‌دهند. صرف نظر از وضعیت غذایی دریاچه‌ها و آبگیرها، دیاتومه‌ها اغلب در آب‌های با pH بالا غالب می‌شوند.



دینوفلاژله‌ها

دینوفلاژله‌ها جلبک‌های تک سلولی تاژک‌دار و معمولاً متحرک هستند. بعضی از آنها برهنه بوده (*Gymnodinium* sp.) در حالی که بقیه، دیواره‌ی ضخیم سلولی دارند (مثل *Ceratium* sp. و *Peridinium* sp.) این موجودات، دو عدد تاژک دارند: یک تاژک معمولاً در داخل یک شیار قرار داشته و به طور افقی در اطراف بدن به حرکت درمی‌آید در حالی که تاژک دیگر در عقب بدن آویزان بوده و به طور عمودی حرکت می‌کند. دینوفلاژل‌ها سیستم‌های مقاومی تولید می‌کنند که شرایط مناسب برای تفریح آنها در گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و این عمل روی سطح رسوبات انجام می‌گیرد.

