

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان  
دانشکده سیلانت

تحقیق و تبیین نظری برای اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc) در رشته تکثیر و پرورش آبنیان

عنوان

کاربرد فیتوپلانکتون در آبرزی پروری

استاد راهنما

دکتر محمد رضا ایماپور

تهیه و تدوین

الناز عرفانی فر

تابستان ۱۳۹۱

## تعمدنامه پژوهشی

نظریه اینکد چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان مبنی بر بخشی از فعالیت های علمی-پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود. بنابراین بمطور آکادمی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع و کسب اجازه نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

یجناب الناز عرفانی فرد دانشجوی رشته شایلات - تکثیر و پرورش آبزیان متطخ کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی و امضا

الناز عرفانی فرد

تقدیم به

تقدیم به او که هر چه هست همه از اوست

و

تقدیم به او که جهان در انتظار اوست

و

تقدیم به مادرم

کسی که امروز را می یون دیر روز اویم،

توانش رفت تا به توانایی برسم و مویش سپید گشت تا رویم سپید بماند

او که که فروغ نگاهش، گرمی کلامش و روشنی رویش سرمایه می جاودانه زندگیم هست،

او که راستی قائم در سلگتی قاش تجلی یافت،

در برابر وجود کرامت زانوی ادب بر زمین می زخم و بادلی علو از عشق و محبت و خضوع بردتیش بوسه می زخم،

تقدیم به او که به زندگیم رنگ داد و با وجود نازنینش به زندگیم تولدی دوباره بخشید

باشد که من نیز با جانم محبتش را جبران کنم،

شاید در این زندگی کوتاه فرصتی برای جبران نباشد ولی او همیشه هست و خواهد بود.

## تقدیر و شکر

سپاس بی‌کران بجانده خالقتم که مراد رفیع‌ترین روشنائی با هدایت کرد و راهم را به نور همیشه فروزان دانش، روشن ساخت. پس از در بندگی خاضعانه ستایش می‌کنم و در ادامه این راه، معرفت نفس خویش را از او طلب می‌نمایم.

سپاس ویژه خود را تقدیم می‌کنم به خانواده ارجمندم به ویژه مادرم به واسطه توفیق با وحیات بائی بی‌پایانش که مراد وادی دانش اندوزی پرورش داد و اول بار با آئین علم آموزی آشنا نمود. از خداوند هم‌پیشه سلامتی و سربلندیش را طلب می‌کنم.

در مسیری که برگزیدم به سفرانی راهبرم بودم که حضورشان همچون ستارگانی بر نور، فروزنده راهم بود و از این رو بر خود واجب می‌دانم مراتب بی‌پایان سپاس و تقدیرم را نشان کنم. بیش از همه استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رضا ایمان پور که هدایت باور، نمودهای ارزنده شان چراغی شد فرارویم که تا پایان راه روشنگر بخت بایم خواهد بود و اگر نبود این هدایت باور، نمودهای بی‌شک طی این راه، بس مشکل و چه بسا ناممکن می‌گردید. صبر، سه صدر و نیک اندیشی ایشان درس بائی است که هرگز از یاد نخواهم برد.

از داور کرامی جناب آقای دکتر سید عباس حسینی و نایب محترم تحصیلات تکلیفی سرکار خانم وحیده پیام نور که مطالعه این پایان نامه را قبل از ارائه تقبل نمودند و بار نمودهای ارزشمندشان مراد ارائه به مترمطلب یاری کردند سپاسگزارم. از بهکاری مدیر گروه محترم شیلات و همچنین اعضای محترم گروه شیلات کمال سپاس را دارم.

## چکیده:

در تمامی اکوسیستم آبی پایه هرم غذایی فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد که یکی از مهم‌ترین زیست‌مندان محیط‌های آبی هستند و نقش مهمی به لحاظ تغذیه ای و کیفیت آب دارند. بررسی انجام شده به کاربرد فیتوپلانکتون در آبی‌پروری با توجه به ارزش غذایی آن‌ها و انتقال مواد مغذی از طریق زنجیره غذایی می‌پردازد. این مطالعه به سه بخش تقسیم می‌شود: (۱) ویژگی‌های عمومی گونه‌های فیتوپلانکتون‌های مورد استفاده در آبی‌پروری، (۲) کاربرد کشت جلبک در آبی‌پروری، (۳) خواص تغذیه‌ای گونه‌های فیتوپلانکتون مورد استفاده در آبی‌پروری. فیتوپلانکتون‌ها به اشکال مختلف در آبی‌پروری استفاده می‌شوند و کاربرد مهم آن‌ها مربوط به تغذیه است. فیتوپلانکتون‌ها برای تغذیه لارو نرم‌تنان، خارپوستان و سخت‌پوستان و نیز به عنوان غذای زنده لارو برخی از ماهیان استفاده می‌شود. این بررسی عمدتاً به نقش تغذیه‌ای فیتوپلانکتون‌ها در آبی‌پروری می‌پردازد.

**کلید واژه‌ها:** ماهی، نرم‌تنان، فیتوپلانکتون، میگو، زئوپلانکتون، آبی‌پروری

## فصل اول: مقدمه

مقدمه..... ۲

### فصل دوم: مقدمه‌ای بر فیتوپلانکتون و آبی‌پروری

۱-۲- مقدمه..... ۵

۲-۲- پلانکتون..... ۵

۳-۲- رده‌بندی پلانکتون‌ها..... ۶

۴-۲- فواید پلانکتون‌ها..... ۶

۵-۲- نقش و جایگاه پلانکتون در اکوسیستم‌های آبی..... ۷

۶-۲- جایگاه فیتوپلانکتون در هرم اکولوژیک..... ۷

۷-۲- فیتوپلانکتون‌ها..... ۸

۸-۲- گروه‌های اصلی فیتوپلانکتون‌ها..... ۱۰

۹-۲- سیانوفیتا یا جلبک‌های سبز\_آبی..... ۱۰

۱۰-۲- جلبک‌های سبز..... ۱۱

۱۱-۲- باسیلاریوفیتا..... ۱۱

۱۲-۲- شاخص‌های گسترش فیتوپلانکتون‌ها..... ۱۲

۱۳-۲- رده‌ها و جنس‌های عمده‌ی فیتوپلانکتون‌های کاربردی در آبی‌پروری..... ۱۲

۱۴-۲- آبی‌پروری..... ۱۶

۱۵-۲- اهمیت آبی‌پروری..... ۱۶

۱۶-۲- هدف‌های آبی‌پروری..... ۱۸

۱۷-۲- احتیاج به آبی‌پروری..... ۱۸

### فصل سوم: کاربرد کشت جلبک‌ها در آبی‌پروری

-۱-۳

مقدمه..... ۲۰

- ۲۰-۳-۲ کاربرد و اهمیت کشت جلبک.....
- ۲۱-۳-۳ عوامل محیطی مؤثر بر کشت فیتوپلانکتون‌ها.....
- ۲۲-۳-۴ عناصر مورد نیاز برای کشت جلبک .....
- ۲۴-۳-۵ انواع سیستم‌های کشت جلبک در آبی‌پروری.....

#### فصل چهارم: کاربرد فیتوپلانکتون در آبی‌پروری

- ۲۶-۴-۱ مقدمه.....
- ۲۸-۴-۲ ویژگی‌های غذایی فیتوپلانکتون‌ها.....
- ۳۰-۴-۳ کاربرد فیتوپلانکتون‌ها در تغذیه نرم‌تنان.....
- ۳۶-۴-۴ کاربرد فیتوپلانکتون‌ها در تغذیه میگو.....
- ۳۹-۴-۵ غذای مناسب برای زئوپلانکتون‌ها.....
- ۴۰-۴-۵-۱ غذاهای مناسب برای روتیفر.....
- ۴۲-۴-۵-۲ غذای مناسب برای دافنی.....
- ۴۳-۴-۵-۳ غذای مناسب برای آرتمیا.....
- ۴۴-۴-۵-۴ کاربرد فیتوپلانکتون‌ها در تغذیه سایر غذاهای زنده.....
- ۴۴-۴-۶ کاربرد فیتوپلانکتون در تغذیه ماهیان.....
- ۴۷-۴-۶-۱ کاربرد فیتوپلانکتون‌ها در تغذیه لارو ماهیان.....
- ۴۸-۴-۶-۲ ماهیان دریایی.....
- ۴۸-۴-۷-جیره‌های غذایی جایگزین جلبک.....

#### فصل پنجم: جمع‌بندی مطالب

- ۵۰..... نتیجه‌گیری.....
- ۵۵..... پیشنهادات.....
- ۵۶..... فهرست منابع.....



### فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- هر م اکولوژیکی ..... ۷
- شکل ۲-۲- فیتوپلانکتون‌های دریایی که به عنوان غذا در آبی‌پروری استفاده می‌شود..... ۱۳
- شکل ۱-۴- نقش مرکزی فیتوپلانکتون‌ها در آبی‌پروری دریایی..... ۲۸
- شکل ۲-۴- میانگین درصد ترکیب اسید های چرب بلند زنجیر EPA,DHA,AA در فیتوپلانکتون- های مورد استفاده در آبی‌پروری..... ۳۰
- شکل ۳-۴- میزان مصرف نرم‌تنان..... ۳۵

### فهرست جداول

- جدول ۱-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی رده باسیلاریوفیسه در آبی‌پروری..... ۱۴
- جدول ۲-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی رده پرایسنوفیسه در آبی‌پروری..... ۱۴
- جدول ۳-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی در آبی‌پروری..... ۱۵
- جدول ۴-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی رده هاپتوفیسه ر آبی‌پروری..... ۱۵
- جدول ۵-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی رده کریپتوفیسه در آبی‌پروری..... ۱۵
- جدول ۶-۲- جنس‌های مهم فیتوپلانکتون‌های کاربردی رده کلروفیسه در آبی‌پروری ..... ۱۶
- جدول ۱-۴- کشت جلبک‌های تجاری و کاربردشان در آبی‌پروری ..... ۲۹
- جدول ۲-۴- گونه‌های جلبکی استفاده شده در هچری و پرورش نرسری نرم‌تنان دوکفه‌ای..... ۳۴
- جدول ۳-۴- نمونه‌ای از رژیم‌های غذایی جلبک برای میگوی پنائیده..... ۳۸

# فصل اول

---

مقدمه

---

## فصل اول

### مقدمه

همان‌گونه که گیاهان سبز پایه حیات را در روی زمین تشکیل می‌دهند، فیتوپلانکتون‌ها نیز پایه حیات و تولید در محیط‌های آبی می‌باشند. حیات در تمامی اکوسیستم‌های (شور و شیرین) از تولیدکنندگان آن‌ها آغاز شده و جانوران نیز به این فیتوپلانکتون‌های تولیدکننده وابسته هستند. در تمامی مخازن آبی پایه هرم غذایی شامل فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد. علت بررسی پلانکتون‌ها این است که در صورت عدم وجود این مجموعه هیچ گونه حیاتی در اکوسیستم دریا مشاهده نمی‌شود، لذا مطالعه اولویت آبریان به آن‌ها داده شده است. بررسی فاکتورهای مؤثر بر شناوری و معلق بودن پلانکتون‌ها و عوامل مؤثر بر روی رشد و توالی جوامع آن‌ها و همچنین ارتباطات متقابل آن‌ها با گروه‌های دیگر جانوری بسیار مهم است. از طرف دیگر امروزه این موجودات در تغذیه انسان و غذای آبریان پرورشی مصرف می‌گردد. گونه‌های واضح در بین فیتوپلانکتون‌های آب دریا شامل دیاتومه‌ها و داینوفلاژله‌ها هستند در حالی که در آب شیرین، دیاتومه‌ها و داینوفلاژله‌ها، دیسمیدها و جلبک‌های سبز\_آبی برجسته‌تر می‌باشند. مطالعات مختلفی بر روی بیومس فیتوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آب انجام شده است، چون اطلاعاتی را در مورد تولیدات اولیه سیستم‌های آبی، مقدار مواد آلی قابل دسترس برای مصرف زئوپلانکتون و باقی‌مانده زنجیره غذایی فراهم می‌کند. شناخت خصوصیات زیستی آن‌ها برای پرورش بهتر و همچنین تعیین میزان زیست‌توده آن‌ها در اکوسیستم‌های مختلف از مواردی است که باید مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد. زی‌شناوران مهم‌ترین گروه موجودات زنده استخرهای پرورش ماهی محسوب می‌شوند، چون تولید گوشت جمعیت عظیمی از ماهیان پرورشی به‌طور عمده به میزان تولید پلانکتون‌ها بستگی دارد. چرخه تولید ماهی در آب از فیتوپلانکتون‌ها شروع می‌شود و شامل انواع مختلفی از فیتوپلانکتون‌ها است که به وسیله زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌شوند و از سوی دیگر، زئوپلانکتون‌ها، خود به وسیله ماهیان مصرف می‌شوند (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰). به‌طور کلی شرح مطالعه هر منبع آبی با مطالعه‌ی فیتوپلانکتون‌های آن آغاز می‌شود که اولین حلقه زنجیره غذایی تولید دی‌اکسیدکربن و مواد آلی هستند و به لحاظ نقش عمده‌ای که در زنجیره غذایی و انرژی در محیط‌های آبی دارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این موجودات به لحاظ تولید اولیه<sup>۱</sup> (انجام عمل فتوسنتز به

---

<sup>1</sup>-Primary Production

وسيله فیتوپلانکتون‌ها) و تولید ثانویه<sup>۲</sup> (تغذیه فیتوپلانکتون‌ها بوسیله زئوپلانکتون‌ها) و در نتیجه ادامه تسلسل در زنجیره انرژی از چند دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته و بررسی آن‌ها را به‌عنوان کلیدی در جهت شناسایی محیط‌های آبی عنوان می‌نماید (هیلاری، ۱۳۷۸). از نظر تغذیه‌ای فیتوپلانکتون‌ها بسیاری از ویتامین‌های طبیعی و عناصر نادر را به محیط آبی اضافه می‌کنند و منبع غنی از پروتئین، کربوهیدرات و به ویژه اسیدهای چرب ضروری است (ریاحی، ۱۳۸۷). فیتوپلانکتون‌ها گروهی از ارگانیزم‌های گیاهی اتوتروف‌اند که محتوی کلروفیل و رنگدانه‌های دیگری در سلول‌های‌شان هستند و توانایی جذب انرژی نورانی و دی‌اکسیدکربن در عمل فتوسنتز را دارند. بنابراین آن‌ها می‌توانند سازنده ماده آلی سنتزی (عمدتاً کربوهیدرات) باشند (بونئی، ۱۳۷۹). مطالعات متعددی بر روی غلظت مواد در ۶ راسته از جلبک‌های میکروسکوپی در آبی‌پروری از جمله باسیلاریوفیسه، کلروفیسه، کریپتوفیسه، یوستیگماتوفیسه، پراسینوفیسه، پریمنسیوفیسه توسط افراد مختلف از جمله بروون انجام شد. بررسی تکنولوژی و جنبه‌های اقتصادی تولید فیتوپلانکتون‌ها نشان می‌دهد که از آن‌ها در جنبه‌های مختلف تولید مواد می‌توان استفاده کرد. به دلیل ارزش بسیار بالای فیتوپلانکتون‌ها تاکنون مطالعات مختلفی در مورد کاربرد فیتوپلانکتون‌ها در آبی‌پروری و بررسی تنوع، پراکنش و فراوانی جمعیتی، تنوع زیستی و شناسایی مولکولی گونه‌های پلانکتونی در محیط آبی در ایران و جهان انجام شده است. با این حال هنوز زمینه تحقیقات بیشتر در این مورد وجود دارد. روش تحقیق این مطالعه، توصیفی، تحلیلی با استفاده از شیوه کتابخانه‌ای است. بر این اساس کاربردهای فیتوپلانکتون در آبی‌پروری بررسی و مطالعه می‌شود.

#### هدف:

هدف از این تحقیق گردآوری و تدوین پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاربرد فیتوپلانکتون در آبی‌پروری و همچنین افزایش آگاهی جامع علمی و آبی‌پروران در ارتباط با اثرات گوناگون فیتوپلانکتون‌ها و کاربرد آن در آبی‌پروری می‌باشد.

## فصل دوم

---

مقدمه ای بر فیتوپلانکتون و آبرزی پروری

---

## فصل دوم

### مقدمه‌ای بر فیتوپلانکتون و آبی‌پروری

#### ۱-۲- مقدمه

بیش از ۷۰ درصد سطح کره زمین را آب فراگرفته است. گستره آبی شامل اقیانوس‌ها و دریاها بوده که از نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌های داخلی قاره‌ها متمایز می‌باشند. حیات در تمامی اکوسیستم‌های فوق (شور و شیرین) از تولیدکنندگان آغاز می‌شود و جانوران نیز به این گیاهان تولیدکننده وابسته هستند. تولیدکنندگان اصلی و عمده مخصوصاً در اقیانوس‌ها و آب‌های عمیق با نام معمولی فیتوپلانکتون شناخته می‌شوند. فیتوپلانکتون‌ها فقط در ناحیه نورگیر اکوسیستم‌های آبی حضور دارند، به همین دلیل هر اندازه مواد مغذی آن‌ها افزایش یابد سرعت رشد و تکثیر آن‌ها زیاد می‌شود. فیتوپلانکتون‌ها جلبک‌های کوچک و تک‌سلولی هستند که از نور خورشید به عنوان منبع انرژی با پروسه‌ای تحت عنوان فتوسنتز غذای مورد نیاز خود را می‌سازند. فیتوپلانکتون‌ها نقش کلیدی را در اکولوژی خلیج‌ها بازی می‌کنند. بیشترین فراوانی آن‌ها در سواحل معمولاً تا عمق ۵۰ متری ستون آب است. فیتوپلانکتون‌ها غذای ارگانسیم‌های زیادی را فراهم می‌سازند و با پتانسیل حاصل‌خیزی بالایی که دارند تعجب‌آور نیست که به عنوان اولین حلقه زنجیره غذایی قرار دارند. بدون فیتوپلانکتون‌ها تنوع و فراوانی در دریا غیرممکن است (فوکویو<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹).

#### ۲-۲- پلانکتون

پلانکتون اصطلاحی است که برای تمام گیاهان و جانوران کوچک میکروسکوپی که آزادانه در آب شناورند، بکار می‌رود. موجودات معلق و سرگردان در آب می‌باشند که از خود قدرت شنا نداشته و فاقد اندام‌های شنا نیز می‌باشند، به صورت غیر ارادی توسط جریان‌ات آب حرکت می‌کنند. پلانکتون یک واژه یونانی از کلمه پلانوس<sup>۴</sup> به معنی گنج و سرگردان است و شامل اشکالی است که توسط حرکت آب به اطراف برده می‌شوند و هیچ‌گونه شنای مستقلی در برابر جریان آب ندارند به عبارت

---

<sup>۳</sup>- Fukuyo

<sup>۴</sup>-planos

دیگر موجوداتی که قادر به حرکت و گسترش در جهت عکس جریان آب نباشند و گسترش آن‌ها تابع حرکت و جریان‌های آب باشد (بونی، ۱۳۷۹). پلانکتون‌ها آبیانی هستند که اندام‌های حرکتی کاملی ندارند و با جریان آب به هر طرف می‌روند. از این رو پلانکتون‌ها مجموعه‌ای از موجودات آبی هستند که در لایه ستونی آب غوطه‌ور بوده و حرکت آن‌ها بسیار کند می‌باشد. در محیط آب زندگی کرده و زادوولد می‌کنند و همان‌جا نیز می‌میرند. لایه‌های روشن پیکره آب زیستگاه آن‌هاست. آگاهی از اشکال پلانکتونی و تعداد آن‌ها این امکان را فراهم می‌سازد تا درباره تولیدات یک پیکره آبی و شرایط حاکم بر آن نتیجه‌گیری شود. زی‌شناوران مهم‌ترین گروه موجودات زنده استخرهای پرورش ماهی محسوب می‌شوند، چون تولید گوشت جمعیت عظیمی از ماهیان پرورشی به‌طور عمده به میزان تولید پلانکتون‌ها بستگی دارد. پلانکتون‌ها به عنوان اولین حلقه زنجیره غذایی مناطق غنی از ماهیان مهم از نظر اقتصادی می‌باشند و بقای این مناطق را تضمین می‌کنند. (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

### ۲-۳- رده بندی پلانکتون‌ها

به‌طور عمده پلانکتون‌ها را به ۳ گروه عمده تقسیم بندی می‌کنند:

- ۱- باکتریوپلانکتون      ۲- زئوپلانکتون      ۳- فیتوپلانکتون

### ۲-۴- فواید پلانکتون‌ها

پلانکتون‌ها اغلب به عنوان شاخص سلامت آبی و محیطی استفاده می‌شوند، چرا که دارای حساسیت بالایی نسبت به تغییرات محیط می‌باشند و طول عمر کوتاهی دارند. مثلاً فیتوپلانکتون‌ها، به خاطر گرایش زیاد آن‌ها به تکثیر سریع در شرایط مساعد شاخص شرایط غذایی یک محیط می‌باشند. زئوپلانکتون‌ها شاخص سلامتی مناطق غنی از ماهی هستند چرا که زئوپلانکتون‌ها، منبع غذایی ارگانسیم‌هایی مثل ماهی‌های کوچک در سطوح غنی و مساعد آب می‌باشند.

## ۲-۵- نقش و جایگاه پلانکتون در اکوسیستم‌های آبی

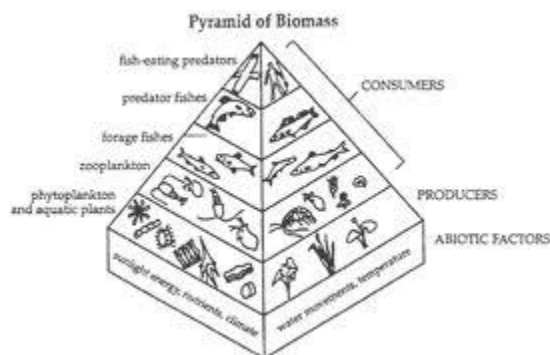
پلانکتون‌ها در تمامی اکوسیستم‌های آبی اعم از دریا، اقیانوس، آبگیر، رودخانه، تالاب و استخر وجود دارند. فیتوپلانکتون‌ها که موجودات فتواتوتروف‌اند، تولیدکنندگان اصلی مواد آلی در محیط‌های آبی می‌باشند و در اکوسیستم‌های آبی بخش مهمی از زنجیره غذایی موجودات آبی و ماهی‌ها را تشکیل می‌دهند و لذا بخش عمده‌ای از تولیدات آبیان مستقیماً وابسته به وجود آن‌ها است. همچنین فیتوپلانکتون‌ها به واسطه عمل فتوسنتز و متصاعد نمودن اکسیژن، محیط اطراف خود را اکسیژنه نموده و برای حیات آبیان مساعد می‌نمایند و این پدیده برای ماهیان بسیار با ارزش و سودمند خواهد بود. پلانکتون‌های اقیانوسی شامل حیوانات و گیاهان ذره‌ای شناور می‌شوند و از آنجایی که شناگرهای ضعیفی هستند به آسانی به وسیله جریان‌های اقیانوس جابجا می‌شوند. این جانداران به هر نقطه‌ای که امواج آن‌ها را ببرند، منتقل می‌شوند. پلانکتون‌های دریایی به فیتوپلانکتون‌ها (پلانکتون گیاهی) و زئوپلانکتون‌ها (پلانکتون حیوانی) تقسیم می‌شوند. فیتوپلانکتون‌ها در واقع گیاهان کوچک تک‌سلولی هستند. از انواع فیتوپلانکتون‌ها می‌توان دیاتومه‌ها و دینوفلاژله‌ها را نام برد. که توده عظیم ماده آلی که جانوران دریایی از آن‌ها تغذیه می‌کنند را به وجود می‌آورند. به دلیل آن که فیتوپلانکتون‌ها برای عمل نورساخت نیاز به نورخورشید دارند. فیتوپلانکتون‌ها علاوه بر نور، برای رشد و باروری به انواع مواد محلول موجود در آب دریا نیاز دارند. بسیاری از مواد مانند دی‌اکسیدکربن، کلسیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم و سولفات به فراوانی در تمام نقاط آب اقیانوس وجود دارند. مواد دیگر (بخصوص ترکیبات نیتروژن، فسفر و سیلیس) که معروف به مواد مغذی می‌باشند در آب دریا کمیاب هستند. در آب‌های سطحی که نور خورشید به وفور حضور دارد، مواد مغذی در طی مراحل رشد فیتوپلانکتون‌ها به مصرف می‌رسند (داویز، ۱۹۵۵).

## ۲-۶- جایگاه فیتوپلانکتون در هرم اکولوژیک

در تمامی مخازن آبی پایه‌ی هرم غذایی فیتوپلانکتون‌ها می‌باشند. با وجودی که پلانکتون‌ها ارگانیزم‌های بسیار ریزی هستند ولی در حیات آب‌ها نقش مهمی را ایفا می‌نمایند و کلیه حیات جانوری در یک دریاچه را تحت الشعاع خود قرار می‌دهند. زیرا بصورت زنده و مرده مورد تغذیه سایر آبیان قرار



می‌گیرند و عامل مهمی برای تشکیل پلانکتون‌های جانوری هستند که خود توسط حیوانات بزرگتر و در نهایت انسان به عنوان غذا مورد مصرف قرار خواهند گرفت. تولیدکنندگان اصلی و عمده خصوصاً در اقیانوس‌ها، آب‌های عمیق، تالاب‌ها، آبگیرها و استخرهای پرورش ماهی، فیتوپلانکتون‌ها می‌باشند که بدون شک برای اکوسیستم‌های آبی نقش حیاتی دارند، زیرا بخش اعظمی از تغذیه زئوپلانکتون‌ها را شامل می‌شوند. زئوپلانکتون‌ها نیز به نوبه خود غذای اصلی ماهیان به شمار می‌روند (وبرگن، ۱۳۸۱). در هر اکوسیستم آبی فیتوپلانکتون‌ها به لحاظ تولید مواد آلی و قرار گرفتن در قاعده هرم انرژی جزء ذخایر مهم و با ارزش به‌شمار می‌روند و سایر موجودات ضمن وابستگی به یکدیگر در زنجیره غذایی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به فیتوپلانکتون وابسته‌اند، بنابراین شناخت آن‌ها در هر منبع آبی از این لحاظ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. رابطه بین تولیدکننده، مصرف‌کننده و عوامل غیر زنده محیط در یک اکوسیستم دریایی بر اساس یک هرم غذایی است (داویز، ۱۹۵۵).



شکل ۲-۱- هرم اکولوژیکی (داویز، ۱۹۵۵)

## ۲-۷- 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. مهم‌ترین و اساسی‌ترین گروه موجودات زنده در استخرهای پرورش ماهی را فیتوپلانکتون‌ها تشکیل می‌دهند. فیتوپلانکتون‌ها تولیدکنندگان اولیه مواد آلی هستند و در اندازه‌های مختلف وجود دارند و اندازه فیتوپلانکتون‌ها از ۵ تا ۳۰۰ میکرون متغیر است. در تمام آب‌های شور، شیرین، نمک-زارها و حتی در آب‌های سرد و قطبی و چشمه آب گرم قادر به زندگی می‌باشند. از نظر تغذیه‌ای فیتوپلانکتون‌ها بسیاری از ویتامین‌های طبیعی و عناصر نادر را به محیط آبی اضافه می‌کنند و منبع غنی از پروتئین، کربوهیدرات و به‌ویژه اسیدهای چرب ضروری است. به هر پلانکتون گیاهی فیتوپلانکتون نمی‌گویند فقط آن‌هایی که میکروسکوپی هستند و در سطح نانوپلانکتون هستند گفته می‌شود. ۷۳ تا ۸۷ درصد اکسیژن کره زمین توسط فیتوپلانکتون‌ها تولید می‌گردد و نخستین حلقه زنجیره غذایی جانوران آبی را تشکیل می‌دهند (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

سطح خارجی سلول‌های جلبکی را یک دیواره 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 آبی 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 (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

فیتوپلانکتون، اتوتروف‌های میکروسکوپی شناور در آب هستند که حرکت آن‌ها کم‌وبیش وابسته به جریان آب است. علت سبز رنگ بودن آب، حضور فیتوپلانکتون در آب می‌باشد. فیتوپلانکتون تولیدکنندگان اولیه سیستم‌های آبی هستند. برآورد آن‌ها شاخص خوبی برای تعیین کیفیت آب و ظرفیت آب برای جوامع هتروتروفیک می‌باشد (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰). فاکتورهای محیطی اصلی که بر روی رشد فیتوپلانکتون‌ها تأثیر می‌گذارند عبارتند از: دما، نور و غذا. رشد فیتوپلانکتون‌ها معمولاً با مناطق نوری محدود می‌شود و یا عمقی از آب که نور خورشید بتواند نفوذ کند. محدودیت دیگر برای

رشد این‌ها، غذا است مثلاً نیتروژن و فسفر. فیتوپلانکتون‌ها می‌توانند رشد سریع جمعیت را تحمل کنند که تقریباً هر بهار اتفاق می‌افتد و همزمان با این، توده‌های جلبکی در حضور مواد غذایی و افزایش دما افزایش می‌یابد (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

## ۲-۸- گروه‌های اصلی فیتوپلانکتون‌ها

- دیاتومه‌ها (شاخه باسیلاریوفیتا)
- جلبک‌های قهوه‌ای - سبز (شاخه کریزوفیتا)
- جلبک‌های سبز (کلروفیتا)
- جلبک‌های آبی - سبز (سیانوفیتا)
- دینوفلاژلاته‌ها (پیروفیتا)
- کریپتومونارس (کریپتوفیتا)
- میکروفلاژلاته‌ها (اوگلنوفیتا، سیانوفیتا)

## ۲-۹- سیانوفیتا<sup>۵</sup> یا جلبک‌های سبز-آبی<sup>۶</sup>

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. 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

---

<sup>5</sup>- *Cyanophyta*

<sup>6</sup>- Blue-green algae

اشاره کرد. ۲۲ جنس و ۹۰ گونه دارند که از ۲۲ جنس، ۴ جنس نامطلوب است. آفانیزومون<sup>۵</sup>، اسیلاتوریا<sup>۶</sup>، میکروسیستیس<sup>۹</sup>، آنابنا<sup>۱۰</sup>. 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. از ویژگی‌های دیگر جلبک‌های سبز-آبی این است در شرایطی که میزان منابع نیتروژن نسبت به فسفر پائین باشد و رشد فیتوپلانکتون‌ها توسط نیتروژن محدود گردد، جلبک‌های سبز-آبی قادرند برای دست‌یابی به منابع غیرآلی نیتروژن مانند آمونیوم، نترات، نیتريت با سایر گونه‌ها رقابت کند. برخی از جلبک‌های سبز-آبی توانایی بی‌ظئیری در جذب نیتروژن مولکولی و تثبیت آن دارا هستند. در شرایطی که میزان کربن در اکوسیستم کاهش می‌یابد قادرند با تغییر شناوری به سطح آب آمده جایی که CO<sub>2</sub> فراوان است و از سطح آب جذب کنند (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

## ۲-۱۰- جلبک‌های سبز

از نظر تجاری و صنعتی استفاده‌های زیادی دارند. به‌عنوان جلبک‌های میکروسکوپی در آبی‌پروری استفاده دارند در تولید و تهیه بتاکاروتن طبیعی استفاده می‌شوند. در تولید رنگ در ماهی و میگو می‌تواند مفید باشد، چون دارای آستازانتین و کانتازانتین است. اغلب گونه‌های پلانکتونی جلبک‌های سبز دیسمیدالس<sup>۱۱</sup>، زیگنمالس<sup>۱۲</sup>، ولوکس<sup>۱۳</sup> می‌باشند. جنس‌های دیگر به عنوان مثال کلرلا<sup>۱۴</sup>، دونالیا<sup>۱۵</sup>، همتوکوکوس<sup>۱۶</sup> و غیره می‌باشند (بلینگر و سیگی، ۲۰۱۰).

---

<sup>5</sup>-Aphanizomenon

<sup>6</sup>-Oscillatoria

<sup>9</sup>-Microcystis

<sup>10</sup>- Anabena

<sup>11</sup>-Desmidiaceae

<sup>12</sup>-Zygnematales

<sup>13</sup>-Volvocales

<sup>14</sup>-Chlorella

<sup>15</sup>-Dunaliella

<sup>16</sup>-Hematococcus