View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان :

# معرفی فن آوری فتو بیوراکتور در تولید جلبک به منظور توسعه تکثیر و پرورش میگو در ایران

مجری :
محمد رضا حسن نیا

شماره ثبت
٤٢٩٨٠

**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**

---

**عنوان پروژه :** معرفی فن آوری فتو بیوراکتور در تولید جلبک به منظور توسعه تکثیر و پرورش میگو در ایران

**شماره مصوب پروژه :** ۳۰۱۰۸

**نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان :** محمد رضا حسن نیا

**نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) : -**

**نام و نام خانوادگی مجری / مجریان :** محمد رضا حسن نیا

**نام و نام خانوادگی همکار(ان) :** سید ابراهیم صفوی – محمدرضا مهرابی- وحید یگانه – محمدرضا کامران حسینی-مجتبی صانعی – مجید بهمن آبادی- محمد متین فر

**نام و نام خانوادگی مشاور(ان) :** بهرام کیابی

**نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -**

**محل اجرا :** استان تهران

**تاریخ شروع :** ۸۰/۱۱/۱

**مدت اجرا :** ۲ سال

**ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**

**تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۲**

**حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .**

## «سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

**پروژه : معرفی فن آوری فتو بیوراکتور در تولید جلبک به منظور توسعه تکثیر و پرورش میگو در ایران**

**کد مصوب : ۳۰۱۰۸**

**شماره ثبت (فروست) : ۴۲۹۸۰ تاریخ : ۹۲/۳/۵**

**با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمد رضا حسن نیا دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته شیلات می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان در تاریخ ۹۱/۱۲/۱ مورد ارزیابی و با نمره ۱۷ و رتبه خوب تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در :**

**ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □**

**با سمت رئیس گروه مهندسی آبزیان در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور مشغول بوده است.**

**به نام خدا**

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|---|---|


چکیده ..... ۱
۱- مقدمه ..... ۲
۱-۱- نیازهای بوم شناختی جلبک ..... ۲
۱-۲- ارزش غذایی جلبک های تک سلولی ..... ۱۶
۱-۳- مواد ضروری در پرورش آبزیان دریایی ..... ۲۰
۱-۴- میگو ..... ۲۳
۲- مواد و روشها ..... ۳۴
۲-۱- اجزای سیستم ..... ۳۴
۳- نتایج ..... ۴۲
۴- بحث و نتیجه گیری ..... ۴۳
منابع ..... ۴۵
پیوست ..... ۴۸
چکیده انگلیسی ..... ۵۲

## چکیده

تولید جلبک در شرایط کنترل شده یکی از موضوعاتی است که کمتر بدان توجه می شود. تولید جلبک در شرایط استریل دست مایه تولیدات بیوسنتزی صنعتی و داروئی با ارزشی همچون ویتامین ها و اسیدهای چرب ضروری می باشد. جهت بومی سازی این نوع تولید پروژه تحقیقاتی "معرفی فن آوری فتو بیوراکتور در تولید جلبک به منظور توسعه تکثیر و پرورش میگو در ایران" در چهارچوب پروژه های مستقل از نهادهای تحقیقاتی که به اسامی گوناگونی از قبیل پروژه های "ملی"، "توتک" و در این اواخر پروژه های نهاد ریاست جمهوری نامیده می شوند تعریف، تائید و اجرا گردید. همچنانکه از نام پروژه مشخص است معرفی فن آوری این روش هدف اصلی بوده است و فعالیتهای مختلف این هدف گذاری از قبیل نزدیک شدن به شرایط پرورش استریل، استفاده از نور کنترل شده، استفاده از انحلال و دفع گازهای مختلف از قبیل دی اکسید کربن و اکسیژن، استفاده از مخزن اختلاط، استفاده از سیستم های دارای سنسورهای هوشمند، استفاده از سیستم تصفیه ای، در مدار قرار دادن سیستم حذف کلر و استفاده از پمپهای تزریق از مجموعه فعالیتهائی بوده است که در اجرای این پروژه به عنوان معرفی فنآوری فتوبیوراکتور اعمال گردید. هرچند هدف این بوده است که پروژه تا استحصال مواد بیوسنتزی ارزشمند ادامه پیدا کند ولی این توفیق حاصل نگردید و پرورش جلبک کلرلا *Chlorella sp.* که از پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی و از سوی سرکار خانم دکتر فلاحی در اختیار قرار گرفت به میزان شانزده میلیون سلول جلبکی در هر هر سانتیمتر مکعب به ثبت رسید.

## ۱- مقدمه

با توجه به نقش و اهمیت جلبکها (فیتوپلانکتونها) به عنوان تولید کنندگان اولیه و قرار گرفتن در اولین حلقه زنجیره غذائی و انتقال انرژی به اکوسیستمهای آبی و رشد و توسعه کاربردهای علمی و صنعتی آن از جمله در صنایع داروسازی، بهسازی محیط زیست، تغذیه انسان، کشاورزی و آبزی پروری دست یابی به روشهای تولید ارزانتر جلبک با تراکم بالاتر و بدون تاثیر پذیری از عوامل آلاینده محیطی یکی از دغدغه های فکری محققین مربوطه می باشد. فتو بیوراکتئر از جمله روشهائی است که در ساده ترین حالت ممکن خود برای کشت انبوه جلبک در شرایط عاری از اثر عوامل آلاینده مورد استفاده قرار می گیرد. البته این روش مبنای تولید بیوسنتزی بسیاری از مواد داروئی و صنعتی است.

## ۱-۱-نیازهای بوم شناختی جلبک ها

### ۱-۱-۱- مواد مغذی

در مدیریت منابع آبی مواد مغذی نقش بسیار مهمی را در کنترل تولیدات اولیه و محصول قابل دستابی بازی می کند. زیرا در میان تمام عواملی که بر میزان محصول و تولیدات سطوح مختلف غذایی تاثیر گذار هستند، فقط مواد مغذی قابل کنترل و هدایت می باشند. از تعداد ۲۰ عنصر و یا بیشتر که در ساختمان اندامک های سلولی جلبک ها بصورت یونی یا ترکیبات کمپلکس شرکت دارند، حدود ۱۱ عنصر هر یک بیش از ۰/۱٪ وزن خشک خاکستر سلولی را تشکیل می دهند این عناصر (C, O, H, N, P, S, K, Mg, Ca, Na, Cl) به نام مواد مغذی اصلی یا ماکرونوترینت شناخته می شنود. بقیه عناصر (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, V, Co) برای اعمال حیاتی سلولی به مقدار جزئی مورد نیاز بوده و بنام مواد مغذی فرعی یا میکرونوترینت شناخته می شوند. این عناصر غالبا کمتر از ۰/۱٪ وزن خشک خاکستر سلولی جلبک ها را تشکیل می دهند. در برخی از جلبک های کریزوفیتا و دیاتومه ها ، سلسیم از اجراء اصلی دینواره سلولی است و از این رو به عنوان ماده مغذی اصلی محسوب می شود. این عناصر قبل از اینکه در ساختار های سلول زنده تجمع یابند، در طی فرآیندی بنام جذب و تقریباً به همان شکلی که در طبیعت یافت می شوند.( شکل یونی با ترکیبات معدنی) باید از محیط خارج جذب شوند. فرآیند جذب در موجودات اتوتروف از منابعی صورت می گیرد که قابل حل شدن و قابل انتشار باشند، در غیر اینصورت مواد مغذی از عشاء نیمه تراوای سلولی به داخل عبور نخواهند کرد. به همین دلیل بسیاری از ترکیبات پیچیده محلول و پلی مرهای غیر محلول برای موجودات اتوتروف قابل جذب نیستند. غلظت برخی از مواد مغذی محلول در آب مساوی غلظت درون سلولی است و بنابراین انتشار مواد مغذی از عشاء نیمه تراوای دیواره نیاز مصرف سلول را تأمین نمی کند و بنابراین جذب بیشتر از طریق سیستم انتقال ـ آنزیمی خاص (پمپ یونی) واقع در غشاء سلولی صورت می گیرد. غلظت مواد مغذی در مکان های مختلف و زمان های مختلف اختلافات زیادی دارد و این نکته از نظر اکولوژیک بسیار مهم است. مقدار مواد مغذی موجود در طبیعت بسیار متفاوت از نیازهای سلول

جلبک است. بنابراین جمعیت های جلبک در حال رشد با این دورنما رو به رو هستند که منابع مغذی به اتمام برسد یا غلظت آن بحدی رقیق گردد که قابل جذب نباشد. بنابراین می توانیم نتیجه بگیریم که رشد جلبک ها بواسطه دسترسی به مقدار مواد مغذی، محدود، اشباع و یا مهار می گردد. لذا از آنجائیکه جلبک های مختلف از نظر مواد مغذی احتیاجات متفاوتی دارند. بنابراین اختلافات ترکیبات شیمیایی، آبهای طبیعی، در تنظیم فراوانی، ترکیب گونه ای، پراکنش دوره ای و جغرافیایی فیتوپلانکتون ها اهمیت دارد. بطور مثال در مطالعه ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون های دریاچه N.W انگلستان در ارتباط با مواد مغذی محلول نتایج زیر بدست آمده است:

۱- دیاتومه ها در آبهای غنی از سلیس محلول افزایش می یابند.

۲- کریزوفیتا خصوصاً دینوبریون زمانیکه غلظت سلیس کم و نسبت به فسفر / ازت زیاد باشد، رشد و نمو دارند.

۳- دسمیدها در آب هایی که غلظت کلیسم و نسبت فسفر / ازت آنها کمتر است، دیده می شود.

۴- فراوانی سیانوباکتر ها، به غلظت نیتروژن آلبومینوئیدی وابسته است(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

**فسفر**

فسفر بعنوان یکی از ترکیبات اسیدهای نوکلئیک و آدنوزین تری فسفات (اساس سنتز آنزیمی و سیستم انتقال انرژی داخل سلولی) برای فعالیت و رشد لازم می باشد. فسفر در آب معمولاً به شکل اکسید شده و همچنین یون های ارتوفسفات معدنی و یا ترکیبات بیوژن آلی وجود دارد. فسفات محلول معمولاً از هوازدگی مینرال های فسفاتی مانند آپاتیت موجود در خاک های حوضه آبخیز مشتق می شوند. غلظت فسفر در این آبها ۱۰۰ – ۰/۱ میلیگرم در لیتر است. نوسانات فصلی ذخائر و تغییر شکل بیولوژیکی آن در هر منبع آب احتمال تغییرات غلظت فسفر را نشان می دهد. مقادیر نسبتاً زیاد فسفر ممکن است در ذرات کلوئیدی با اندازه های مختلف یا ترکیبات آلی وجود داشته باشند. ته نشین شدن اجزاء سلولی جلبک ها و مواد دفعی جانوران تغذیه کننده از آن در چرخه فسفر به رسوبات ، که ذخیره اصلی آن عنصر است، مشارکت می کند. واکنش هائی که در نزدیک بستر خصوصاً در لایه هیپولیمنیون بی هوازی منجر به ایجاد ترکیبات کمپلکس بیشتر و تعویض فسفر با آهـن، آلومینیم و مواد آلـی می شود، نرخ آزاد شدن فسفات را که ممکن اسـت قابل دسترسی برای جلبک ها باشد، در طول زمان جریان ته نشین افزایش می دهد.

ارتو فسفات محلول منبع اصلی فسفر فیتوپلانکتون ها می باشد و بوسیله سلول هایی که دچار کمبود فسفر هستند، سریعاً جذب می شود تا زمانیکه غلظت آن به کمتر از ۱ میکروگرم در لیتر برسد . بسیاری از جلبک ها با تولید فسفاتاز قلیائی قادر به مصرف ذخایر فسفر محلول آلی هستند. فعالیت فسفاتاز ممکن است بعنوان یک معرف کافی بودن فسفر درون سلولی محسوب گردد.

با در نظر گرفتن مراتب فوق، بیان این نکته که در محیط های طبیعی ، غلظتهائی از فسفر بدون در نظر گرفتن سایر متغیرها و یا نرخ مجدد تولید آن که باعث مهار رشد جلبک ها می شود، غیر ممکن است. زمانیکه مقدار

فسفر فعال بیش از (۱۰-۵ میکرو گرم در لیتر) باشد، امکان اینکه رشد بسیاری از گونه های فیتوپلانکتون به علت کاهش فسفر محدود گردد، وجود دارد. نیاز به فسفر برای رشد مطلوب از گونه ای به گونه دیگر فرق می کند. غلظت کمتر از ۵۰ میکروگرم فسفر محدود کننده رشد دیاتومه ها و جلبک های سبز ، ۲۰ میکروگرم مهار کننده رشد و ۲۰۰-۱۰۰ میکروگرم مطلوب برای رشد است. جلبک های آب شیرین را بر مبنای تحمل دامنه کمتر فسفات به سه گروه اصلی تقسیم می شوند. اغلب جلبک های پلانکتونی در گروه متوسط و یا کمتر دامنه تحمل فسفر قرار می گیرند. در استخرهای پرورش ماهی غلظت فسفر معمولاً در دامنه بالاتر قرار دارند.

وجود مقادیر زیاد فسفر در محیط یک جمعیت فیتوپلانکتونی مختلف باعث غالب شدن کلروفیتا وسیانوفیتا می شود. غلظت فسفر درون سلولی جلبک ها در رابطه با اینکه جلبک ها در محیط با عامل محدود کننده فسفر رشد می کند یا خیر، به میزان قابل توجه فرق می کند. در محیط های با غلظت ناچیز فسفر برخی از جلبک ها قادر به تجمع و ذخیره کردن آن می باشد. جلبک هائی که دچار کمبود فسفر هستند، اگر ترکیبات فسفر در اختیار آنها قرار گیرد، سریعاً فسفات را جذب می نمایند بطوریکه غلظت آن از مقدار مورد نیاز سلول بیشتر می شود. در شرایط کمبود فسفات در محیط کشت برخی جلبکها وزن خشک و تقسیم سلولی کاهش یافته تولید اکسیژن فتوسنزی و سنتز کلروفیل مهار می شود. ولی با اضافه کردن فسفات بلافاصله برگشت حاصل شده و فتوسنتز به نرخ رشد سلولی طبیعی می رسد. زمانیکه اورتوفسفات جانشین سایر انواع فسفر شود رشد بسیاری از گونه های جلبک افزایش می یابد(حسینی،مخدومی،حسن نیا،۱۳۸۰).

## نیتروژن

نیاز اساسی جلبک ها به نیتروژن در سنتز اسیدهای آمینه و پروتئین ها است، که حدود ۱/۸ – ۱/۹ وزن را شامل می شود. حداقل مقدار نیتروژن موجود در سلول ها ۴-۳٪ وزن خشک آنها است. منابع بالقوه ازت جلبک ها شامل نیترات ، نیتریت ، آمونیوم و ترکیبات از ته آلی محلول مانند اوره، اسیدهای آمینه و پپتدها است. فیتوپلانکتون ها در غلظت کم نیتروژن ۲-۱ میکروگرم بصورت فعال ترکیبات نیتروژن را جذب می کنند. نیتریت و نیترات قبل از جذب باید بوسیله آنزیم نیتریت و نیترات ردکتاز کاتالیز شوند. آمونیوم از نظر تعادل انرژی مناسب ترین منبع ازت غیر آلی مرکب می باشد. در صورت کمبود نیتروژن حضور برخی سیانوباکترهای تثبیت کننده ازت نشانگر فقدان ترکیبات نیتروژنه در اکوسیستم آب می باشد. مشخص شده است که سیانوباکترها در تمام دریاچه های یوتروف جمعیت غالب فیتوپلانکتونی می باشد. در دریاچه های یوتروف به دلیل توانائی سیانوباکترها در مقایسه با سایر گروه ها در مصرف دی اکسید کربن زمانیکه pH محیط بالاست موجب غالب شدن آنها می شود. سانوباکترها در آبهائی که نسبت فسفر/ ازت آنها کم است دارای اثرات مفید می باشند، زیرا برخی گونه ها قادر به استفاده از ازت هوا هستند.

نیترات معدنی بسیار محلول بوده و در آبهائی با منشاء اصلی، آبهای جاری از خاکهای کشاورزی آبهای زیر زمینی و پسابهای تصفیه شده ، بسیار فراوان می باشد. کمبود غلظت نیترات ویژگی لایه ۱۰۰-۵۰ متری اقیانوس های جهان است. نوسانات فصلی غلظت نیترات در آبهای معتدله نیز مشهود است. در فصل زمستان غلظت نیترات آبهای معتدله نسبتاً بالا است ولی در فصل تابستان با افزایش نرخ جذب نیترات از محیط توسط جلبک ها و محدود شدن گردش داخلی ناشی از لایه بندی حرارتی، غلظت نیترات در لایه های فوقانی کاهش می یابد. در لایه هیپولیمنیون بی هوازی نیترات احیاء شده و آمونیوم حاصل می شود. نیتریت که می تواند هم از واکنش شیمیایی و هم توسط باکتری های احیای کننده نیترات یا اکسید کننده آمونیوم تولید گردد، عموماً در غلظت های کم (کمتر از ۶۰ میکروگرم ) وجود دارد ولی ممکن است هنگامیکه تانسیون اکسیژن کم باشد (کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر) در یک مکان تجمع یابد آمونیم در آبهای سطحی غیر آلوده (غلظت های ۱۵۰ میکرو گرم) مشاهده می شود. در لایه هیپولیمنیون دریاچه های یوتروف غلظت آمونیوم زیاد (بیش از ۱ میلیگرم در لیتر) است . منبع اصلی یون آمونیم ناشی از تجزیه باکتریایی مواد آلی و یا مواد دفعی جانوری است. در دریاچه های لایه بندی شده غلظت لایه سطحی آمونیوم بطور موقت پس از کاهش شکوفائی جلبک ها و طی گردش پائیزی ، افزایش می یابد. ته نشین شدن جلبک ها و مواد دفعی جانوران تغذیه کننده از جلبک ها، نیتروژن را از لایه های سطحی دریاچه ها و دریاها به کف انتقال می دهد. این موضوع باعث می شود که کمبود نیتروژن بعنوان یک عامل محدود کننده رشد فیتوپلانکتون ها باشد. فیتوپلانکتون ها غلظت های ناچیز ترکیبات نیتروژنی را با میانجیگری آنزیمی پلاسمالما جذب می کنند. جذب داخل سلولی نیتروژن شامل واکنش هائی است مانند آمیناسیون احیائی برای تشکیل گلوتامات و متعاقب آن ترانس آمیناسیون برای تشکیل اسیدهای آمینه، ماده زمینه برای واکنش های اولیه ظاهراً آمونیوم است. نیترات و نیتریت قبل از هضم و جذب در واکنش کاتالیز شده با آنزیم نیتریت و نیترات ردکتاز باید احیاء گردد. آمونیوم منبع انرژی مفید نیتروژن غیر آلی مرکب است. مکرراً مشاهده گردیده است وقتیکه غلظت آمونیوم در مقایسه با نیترات زیاد باشد، جلبک های دریائی جذب آمونیوم را ترجیح می دهند.

جلبک ها می توانند ازت اتمسفررا جذب نمایند. بیوشیمی تثبیت ازت هوا بر اساس سیستم آنزیم نیتروژناز می باشد. مشخص گردیده است که باکتری ها و سیانوباکترهای معینی مخصوصاً راسته نوستوکالها در تثبیت ازت هوا نقش دارند. تثبیت ازت هوا توسط هتروسیت ها انجام می گیرد. هتروسیت ها سلول های خاصی هستند که در طول تریکوم یا انتهای آن قرار دارند. حدود ۹۰٪ فعالیت نیتروژناز در این سلول ها متمرکز می باشد. هتروسیت ها در زیر میکروسکوپ نوری به دلیل اندازه بزرگتر و ضخامت بیشتر دیوارهٔ آنها به آسانی قابل تشخیص هستند. دیوارهٔ سلولی در مقابل نفوذ اکسیژن، که فعالیت سیستم نیتروژناز را مهار می کند، مقاومت می کند. همچنانکه غلظت ترکیبات نیتروژنی محیط بمقدار کمتر از ۳۰۰ میکرو گرم در لیترکاهش می یابد، نسبت هتروسیت ها به سلولهای رویشی در جمعیت های طبیعی آنابنا وآفانی زومنون افزایش می یابد. تثبیت ازت در

سیانوباکترهای آب شیرین فاقد هتروسیت نیز می تواند القاء گردد. یک راه موفقیت این امر بهم چسباندن تریکوم ها در ردیف های متراکم می باشد. بسیاری از جنسهای معروف جلبک های آب شیرین مانند میکروسیستیس فاقد چنین توانائی هستند. جلبک های دریایی فاقد هتروسیت تثبیت کننده ازت هستند . اسیلاتوریا می تواند نیتروژن مورد نیاز خود را به طریقه فوق تأمین می کنند(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## سیلیس

تمام فیتوپلانکتون ها جهت سنتز پروتئین ها و کربوهیدرات به مقدار جزئی سیلیس نیاز دارند. در میان کریزوفیتا و خصوصاً دیاتومه ها جنس هائی وجود دارند که دیواره سلولی خود را با پلی مرهای بی شکل سیلیس تقویت می کنند. در اینصورت نیاز اکولوژیکی آنها به سلیس افزایش می یابد. یک جفت فراستول سیلیسی واحد ساختمانی اصلی دیواره دیاتومه ها را تشکیل می دهد. سیلیس در ساختمان قاب های ظریفی که سلول را می پوشاند ، شرکت می کند. هر دو مورد ساختمان های مکمل مذکور در این گونه ها منحصر بفرد هستند. سیلیس در اغلب آبهای طبیعی بصورت پلی مرهای سیلیکاتی جامد یا کلوئیدی وجود دارد که از خاکهای حوضه آبخیز یا منابع بیوژنیک مشتق می شود. سیلیس فعال محلول تنها بخش قابل استفاده برای دیاتومه ها و سایر فیتوپلانکتونها می باشد. بیشترین غلظت آن (۱۸ میکروگرم در لیتر) در رودخانه های مناطق پست تا حداقل ۰/۱ میکروگرم در لیتر در برخی دریاها و دریاچه های معتدله ۱۲-۱/۲ میکروگرم در لیتر متغیراست. نوسانات قبلی آن به علت افرایش ورودی آن و گردش آب در فصل زمستان افزایش می یابد، و در موارد دیگر بعلت جذب بیولوژیکی آن کاهش می یابد. از این مشاهدات می توان نتیجه گرفت که در دسترس بودن سیلیس رشد دیاتومه ها را در دریاچه های طبیعی تنظیم می کند. تشکیل شدن فراستولهای دیاتومه های جدید به دوره زمان بلافاصله پس از تقسیم و جدا شدن سلول ها بستگی دارد، جذب اسید سیلیسک و رسوب شدن آن اساساً در این دوره زمانی انجام می گیرد. تجمع اسید سیلیسک در سلول ها بوسیله سیستم انتقال آنزیمی تعدیل شده صورت می گیرد که فعالیت آن ظاهراً با تقسیم سلولی زمانبندی شده است. هر سلول دختری یک قاب مادری و یک قاب جدید (قاب داخلی) را دریافت می کند. ذخیره سیلیس در تشکیل شدن قابهای جدید مصرف می شود. وقتیکه کشت های جلبک به نقطه ای رسید که اسید سیلیسک محیط کاملاً مصرف و تشکیل شدن قاب های جدید متوقف شد، سلول های در مرحله تقسیم هسته و جدا شدن سیتوپلاسمی در محیط کشت تجمع می یابند. مطالعات نشان می دهد که جذب اسید سلسیک توسط دیاتومه ها به مراتب بیش از نیاز آنها برای کامل کردن تقسیم سلول می باشد. بعلاوه گونه های دیاتومه نسبت به کاهش سیلیس در مقایسه با فسفر و ازت سریعتر واکنش نشان می دهند. مثال های زیادی در منابع وجود دارد که نشان می دهد، کاهش غلظت سیلیس محلول به کمتر از ۰/۰۳ میکروگرم در لیتر موجب محدود شدن موثر افزایش جمعیت دیاتومه ها می شود. از طرف دیگر عامل محدود کننده سیلیس باعث افزایش تعداد سلولهای خالی آستریونلا می شود که نشانگر تلفات توده است.

وی چنین نتیجه گرفت تا زمانیکه سایر شرایط رشد مساعد باشند، رشد و تقسیم سلولی تحریک شده ولی قادر به دستیابی به سلیس لازم جهت کامل کردن دیواره سلول دختری نیست. آزمایشات نشان داد که سلولهای آستریونلا با محدودیت سیلیس اگر در فواصل زمانی تحت تأثیر تابش نور با شدت بیش از ۳۰۰ لوکس قرار گیرند، در نهایت تلف خواهند شد. ته نشین سلول های زنده به آبهای عمیق و تاریک راهی برای جلوگیری از اثرات زیان بار نور می باشد.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

**کلسیم**

یون کلسیم از فراوانترین کاتیونهای آب شیرین است . غلظت آن در آب خیلی سبک ۰/۱ میلی اکی والان در لیتر و در آب سخت ۴ میلی اکی و الان در لیتر و ۱۲۰- ۲ میلی گرم است. دریاچه های آهکی از نظر کربنات کلسیم اشباع بوده بطوریکه نمکهای آن از حالت محلول ، رسوب می کنند. کلسیم نقش مرکزی در سیستم بیکربنات، دی اکسید کربن و pH در آب شیرین را بازی می کند. از این رو بر ذخیره کربن قابل دسترسی فتوسنتزی و ظرفیت بافری آب نسبت به نوسانات pH تأثیر می کند. هر دو مکانیسم نقش اصلی را در کنترل فعالیت فتوسنتزی فیتوپلانکتون ها و ترکیب گونه ای آنها بازی می کند. جلبک های خاصی از هاپتوفیسه ها که کولیت های کریستال های کلیست را در انتهای تحتانی سلول رسوب می دهند نیاز ویژه ای به کلسیم دارند. بنظر می رسد برخی سیانوباکترهای آب شیرین به آبهای آهکی گرایش دارند. غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر برای حصول حداکثر رشد میکروسیس تیس در کشت کافی است(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

**منیزیم**

منیزیم یکی از عمومی ترین کاتیونهای آب شیرین و از اجزاء ضروری کلروفیل است. در مورد اثرات محدود کنندگی منیزیم بر تولید فیتوپلانکتون ها در طبیعت شواهد زیادی وجود ندارد از آنجائیکه پتاسیم و سدیم موجود در طبیعت بیش از نیاز جلبک ها می باشد، اثرات مهم اکولوژیکی آنها بندرت مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه در آبهای طبیعی یونهای یک ظرفیتی به یونهای دو ظرفیتی بسیار متفاوت می باشد، می توان نتیجه گرفت که در تنظیم رشد و تعیین ترکیب گونه ای جلبک ها اهمیت دارند. دیاتومه ها در آبهای آهکی نسبت کمتر از ۱/۵ یون های یک ظرفیتی به دو ظرفیتی رشد می نماید، این موضوع بیشتر ناشی از اثرات شدید یا ضعیف یون کلسیم و گاهاً سدیم (در آبهای لب شور) است ، که حیاتی می باشد. به غیر از بیکربنات ها آنیونهای اصلی تولید جلبک را در آبهای شیرین محدود نمی کنند. کلر (یا سدیم) در آبهای لب شور زیاد است ولی فلوئور آنها غالباً مربوط به شوری آب است. مقدار سولفات موجود در آبهای طبیعی (۴/۸ میلی گرم در لیتر)، عموماً بیش از نیاز جلبک ها است.یون سولفید به حالت محلول در آبهای با پتانسیل احیا پائین (لایه هیپولیمنیون بی هوازی دریاچه های یوتروف) زیاد می باشد، برای سیانوباکترهایی اهمیت دارد که می توانند در

این محیط رشد کنند. یون سولفید بعنوان منبع جذب سولفور و به عنوان منبع دهنده الکترون در غیاب اکسیژن اهمیت دارد(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## میکرونوترینت ها

مواد مغذی شناخته شده جلبک ها شامل عناصری است که در دسترس بودن آنها در آبهای طبیعی از غلظتهای بسیار ناچیز تا کشنده متفاوت است. برخی از این مواد مانند وانادیم، بر به مقادیر جزئی مورد نیاز است و اضافه کردن آنها به محیط کشت مصنوعی ضروری نمی باشد. یعنی بعنوان ناخالصی در سایر مواد افزودنی شیمیائی وجود دارد. نیاز به آهن، روی، مس، منگنز باعث می شود که به محیط کشت اضافه شوند، با اینحال ، نامشخص بودن ویژگی ها و تغییر شکل های آنها در آبهای طبیعی تفسیر نقش آنها در اکولوژی فیتوپلانکتون ها آشکار ننموده است. مشخص گردیده است که ذخایر فلزات سنگین جلبک ها بوسیله مواد آلی چسباننده تنظیم می شود. این مواد جاذب یونهای فلزی هستند و فعالیت آنها را کاهش می دهند ولی باعث باقی ماندن آنها به حالت محلول می شوند. مواد طبیعی شامل اسید هومیک و اسید فلوریک است. اثرات آنها در محیط کشت با اضافه کردن موادی همانند سیترات، تری هیدروکسی میتل آمینومتان و خصوصاً اتیلن دی آمین تتراستیک اسید (معمولاً بعنوان نمک سدیم) و یا عصاره خاک، مشابه سازی می شود. آهن بعنوان مهمترین یون فلزی کمیاب برای فیتوپلانکتون ها مورد توجه است. اصولاً به دلیل حلالیت کم اکسیدهای فریک آبدار در آبهای طبعیی مقدار بسیار کمی آهن به صورت محلول واقعی در دسترس می باشد (بجز زمانیکه pH بسیار پایین باشد). محتوی سلولی روی و منگنز بعد از آهن قرار دارد. این موضوع انعکاس جذب خارجی دیواره سلولی بجای نیاز واقعی آن می باشد. کبالت و مولیبدن برخی اوقات غیر قابل اندازه گیری هستند و نیاز جلبک ها به آن به نیاز ویتامینی وابسته است(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## ۲-۱-۱- مواد آلی مؤثر بر رشد

مشخص گردیده که بسیاری از فیتوپلانکتون ها به موادی همانند تیامین، بیوتین نیاز دارند و احتمال دارد غلظت این مواد در آبهای طبیعی عامل محدود کننده باشد این مواد و سایر مواد آلی دیگر به طور طبیعی در آب باران، آب دریاچه ها به مقدار جزئی وجود دارد. تیامین در آبهای شیرین توسط باکتری ها تولید می شود. غلظت تیامین نوسانات فصلی دارد، بطوریکه با افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی افزایش و در دوره تجزیه فیتوپلانکتون ها کاهش می یابد. نوسانات فصلی ویتامین B12 در آبهای باز دریائی در مقایسه با آبهای ساحلی کمتر است. افزودن مقادیر جزئی B12 اثرات تحریک کننده بر فتوسنتز دارد. غلظت تیامین به هنگام شکوفائی جلبک کاهش می یابد(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

### ۳-۱-۱- دی اکسید کربن

تمام گیاهان فتوسنتز کننده توانائی جذب دی اکسید کربنیک بدون دوره القاء اولیه را دارند. تاکنون مشخص نشده که عموم فیتوپلانکتون ها قادر به استفاده مستقیم از بیکربنات هستند یا خیر.

### ٤-۱-۱- شناوری

نرخ ته نشینی سلول های فیتوپلانکتونی نقش تعیین کننده در موقعیت بیولوژیکی آنها بازی می کند. خاتمه شکوفایی بهاری ممکن است ناشی از کاهش چسبندگی آب به موازات گذشت فصل و گرمتر شدن آب باشد، زیرا گونه هائی که نیاز به رشد در شرایط آب متراکم و سردتر اوایل بهار باشند قادر به حفظ خود در سطح آب نیستند. سرعت رسوب شدن ملوزیرا ۳ الی ۵ بار بیشتر از آستریونلا است. بنابراین زمانیکه تلاطم پایان یافته و فراوانی آن بسیار کمتر می باشد. سلول های جلبک ها لزوماً تا رسوب شدن در بستر ، ته نشین نمی شوند. حداکثر کلروفیل در پایین ناحیه نور گیر تابع نرخ ته نشینی کاهش یابنده در این ناحیه است. سلول های جلبک وقتیکه به منطقه تاریک و غنی از مواد مغذی می رسند، شناوری آنها افزایش می یابد.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰)

### ۵-۱-۱- نور

نور خورشید منبع حیاتی فتوسنتز جلبک ها و سایر گیاهان آبزی است. جریان اشعه خورشیدی که وارد اتمسفر زمین می شود، ۳-۱/۹۸ کالری بر سانتیمتر مربع در دقیقه است که از این مقدار فقط ۰/۵ کالری بر سانتیمتر مربع در دقیقه به سطح زمین می رسد، که در رابطه با طول و عرض جغرافیایی و شرایط جوی شدت آن متفاوت است. از نظر فتومتری شدت نور در یک روز صاف و آفتابی در سطح زمین به ۱۰۰۰۰۰ لوکس می رسد که معادل ۰/۶ کالری بر سانتیمتر مربع در دقیقه است. موجودات فتوسنتز کننده بخشی از طیف نوری (طول موجهای را ۹۰۰ – ۵۰۰ نانومتر استفاده می کنند که بوسیله رنگدانه های فتوسنتزی جذب می شوند. شرایط نوری در رابطه با فصل و درجه حرارت به صورتهای مختلف مشاهده می شود. در فصل بهار شدت نور زیاد و دما کم ، در فصل تابستان نور شدید و دما بالا ، در فصل پاییز شدت نور کم و دما زیاد و در فصل زمستان شدت نور کم و دما نیز کم است. در اکوسیستمهای آبی شدت نور نسبت به عمق کاهش می یابد، این امر موجب می شود که گونه های مشخص فیتوپلانکتون ها در لایه های معینی از آب با شدت نور مطلوب مشاهده شوند. در آبهای آرام جلبک های تاژکدار مناسبترین لایه را برای رشد خود انتخاب می کنند. سرعت باد بیش از ۳ متر بر ثانیه لایه بندی عمودی جلبک ها را به هم می زند. جلبک های مختلف می توانند با شدت نور کمتر سازگاری داشته باشند. بطور کلی سازگاری جلبک ها به شدت نور به دو روش افزایش مقدار کلروفیل وتعییر ساختار اجزاء فتوسنتز کننده پاسخ می دهند.

یک روش ساده برای اندازه گیری نفوذ نور به داخل آب تعیین عمق شفافیت سکشی دیسک است. شفافیت سکشی دیسک راهی آسان و سریع برای بدست آوردن اطلاعات مفید است و در لیمنولوژی جایگاه ویژه ای دارد. اگر پلانکتون ها عامل کدورت آب باشند، شفافیت سکشی دیسک، تخمین خوبی از تراکم فیتوپلانکتون ها است. مطالعات دریاچه ها نشان می دهد، بین عمق شفافیت دریاچه ها که بوسیله سکشی دیسک تعیین می شود و بیوماس جلبک که بوسیله غلظت کلروفیل اندازه گیری می شود رابطه هذلولی وجود دارد(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## ٦-۱-۱- درجه حرارت

درجه حرارت محیط یکی از عواملی است که بر ترکیب گونه ای و بیوماس جلبک ها مؤثر است. درجه حرارت سلول های جلبک معادل درجه حرارت محیط می باشد. درجه حرارت بر چگونگی متابولیسم و نیازهای غذایی اثر می کند. اثر درجه حرارت بر رشد بیوماس و فعالیت جلبک اساساً بر مبنای دو عامل توصیف می شود:

۱- عامل اول مربوط به وابستگی اجزاء ساختمانی سلولی (پروتئین و چربی) به درجه حرارت است.

۲- عامل دوم ، ضریب حرارتی نرخ واکنش ها است ، که بنوبه خود به انرژی فعال کردن واکنش بستگی دارد.

در پاسخ به این اثرات اولیه، اثرات ثانویه بر مکانیسم های تنظیم متابولیسم مانند اختصاصی بودن فعالیت آنزیمی ، نفوذ پذیری سلولی، ترکیب شیمیایی سلولی مورد ملاحظه است.

تغییرات روزانه درجه حرارت اکوسیستم های آبی محدود تر از اکوسیستم خشکی است. موجودات آبزی در دریاچه ها تحت تأثیر درجه حرارت های زیر صفر و بالاتر از ۳۵جه سانتیگراد قرار نمی گیرند اغلب جلبک ها حداکثر نرخ رشد خود را در دامنه حرارتی ۲۵-۲۰ سانتیگراد نشان می دهند.

شرایط اقلیمی ممکن است اثرات شدیدی بر متغیرهای مهم برای فیتوپلانکتون ها داشته باشد. افزایش بیوماس فیتوپلانکتون ها در فصل بهار در دریاچه های معتدله با بالا رفتن درجه حرارت، شدت نور ، با افزایش مواد مغذی توام است که موجب افزایش تنوع گونه ای نیز می شود. باد ذرات رسوب شده را از بستر بالا آورده و آب را از مواد مغذی غنی می کند. طی این عمل جلبک ها برای دستیابی به مواد مغذی بین گونه های جمیت های طبیعی فیتوپلانکتون ها است .

تغییرات ناگهانی ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها بوسیله طوفان ها پس از ۱۵-۵ روز هوای آرام ایجاد می شود. این موضوع تابع تغییرات ایجاد شده در دسترسی به مواد مغذی به علت طوفان یا افزایش تلفات ناشی از استرس بر جلبک هامی باشد. تغییرات اقلیمی در آب و هوای معتدله غالباً با یک فرکانس ۱۵-۵ روزه تنظیم می گرددکه بعنوان مناسبترین فرکانس اختلاط تعدیل کننده فیتوپلانکتون ها مورد توجه می باشد .

وقتیکه درجه حرارت بالاتر می رود کاهش ناگهانی نرخ رشد ویژه مشاهده می شود. درجه حرارت اثرات قابل توجهی بر ترکیب شیمیایی جلبک ها دارد. درجه حرارت مهمترین عامل محیطی موثر بر ترکیب اسیدهای چرب

است. انتقال کشت جلبک از دمای ۳۸ به دمای ۲۲ و سنتز چربی در ۱۰ ساعت اول مشخصاً افزایش می یابد. طی این دوره اسید پالمیتیک غیر اشباع تبدیل می شود. در ۵ ساعت سنتز چربی ها اسید اولئیک و اسید لینولنیک افزایش یافته و اسیدلینولئیک بطور مداوم کاهش می یابد. افزایش و کاهش درجه حرارت بر ترکیب شیمیائی سلولی مؤثر است. در دمای پائین مقدار نیتروژن و کربن سلولی دونالیلا و اسکلوتنما افزایش می یابد. ولی با افزایش دما نسبت ازت به کربن در جلبک اسکلوتنما کاهش می یابد در مورد دونالیلا از دمای ۲۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد. گزارش گردیده که در کشت بیرونی یک نژاد مشخص اسکلوتنما ، تأثیر معنی داری بر ترکیب پروتئین سلولی مشاهده نشد ولی نژاد دیگر با افزایش دما کاهش چشمگیری در ترکیب پروتئینی را نشان داد.

درجه حرارت محیط تأثیر بسزائی در غالب شدن گونه های جلبک دارد. مطالعه جمعیت های طبیعی فیتوپلانکتون های دریائی در کشت متوالی با دامنه وسیع درجه حرارت نشان داد که درجه حرارت در غالب شدن گونه های جلبک مؤثر است. بطوریکه در دمای ۱۹/۸ درجه سانتیگراد جلبک فائو داکتیلوم در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد جلبک نیتچیا در دمای ۲۷ غالب می شود. اثر خاص دیگر درجه حرارت بر حرکت سلولی جلبک ها است. ترمو تاکسی حرکت میکروارگانیسم ها به سوی گرادیان حرارتی است. ترموتاکسی در بسیاری از جلبک ها مشاهده می شود. برخی دارای واکنش مثبت هستند که از منطقه سردتر به آب ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و برخی از آبهای گرمتر به آب ۱۰-۵ درجه سانتیگراد حرکت می کند(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

### ۷-۱-۱- یون هیدروژن

pH محیط بر بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی تأثیر می گذارد. تأثیر pH در آبهای با تراکم جمعیتی زیاد مانند آبگیرهای یوتروف و استخرهای پرورش ماهی، بیشتر است. در این آب ها تغییرات pH نیز در طی شبانه روز بیشتر است. دامنه تغییرات از ۶/۵ در اواخر شب قبل از طلوع آفتاب، بعلت تجمع دی اکسید کربن بوده و در روز بعلت مصرف در فتوسنتز به ۱۱ می رسد.

غشاء پلاسمایی نسبت به یون های هیدروژن و هیدروکسیل نفوذ پذیر نبوده و غلظت یون هیدروژن درون سلولی وبرون سلولی الزاماً برابر نیستند، و گرادیان غلظت یون هیدروژن در طول غشاء وجود دارد. پاسخ گونه های مختلف جلبک به محیط متفاوت است. پراکندگی نسبی نوع کربن ($CO_2, CO_3, HCO_3$) تعیین کننده pH محیط و غالب شدن گونه جلبک در محیط است. در مورد بسیاری از سیانوباکترها نرخ فتوسنتز مطلوب در دامنه pH ۱۰-۷ است. از آنجائیکه $HCO_3$ نوع کربن غیر آلی محلول غالب در این دامنه می باشد رشد مطلوب سیانوباکتر بعلت استفاده از $HCO_3$ در فتوسنتز و تثبیت کربن است.

pH محیط با تأثیر بر جذب نمک ها و مواد مرکب دیگر باعث ایجاد واکنش های سمی یا مهاری آنها می شود. همچنین باعث حلالیت ترکیبات فلزی مختلف می شود. pH بر مسمومیت های ناشی از جلبکها همانند میکروسیستیس مؤثر سمی بیشتری دارد. همچنین مشخص شده است زمانیکه رشد سلول ها کندتر باشد، سمیت جلبک ها بیشتر می شود.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## ۸-۱-۱- شوری و تنظیم اسمزی

سلول های گیاهی، سیستم های هیدرولیکی هستندکه واکنشهای شیمیائی را در محیط آب انجام می دهند. این سلول ها بوسیله دیواره ای که نسبت به آب نفوذ پذیر و نسبت به نمکها نفوذ ناپذیر است، از محیط جدا می شوند. سازگاری جلبک ها به استرس های آب ناشی از افزایش شوری محیط رشد، القاء می نماید. سیستم تنظیم اسمزی جلبک ها طوری است که با افزایش شوری محیط، غلظت نمکها را در داخل غشاء پلاسمائی و یا جذب آنها از محیط افزایش می دهد. چنین پاسخ تنظیم اسمزی به یک استرس محیطی، عامل کلیدی بقاء سلولی و گونه ای می باشد . دامنه تحمل جلبک ها نسبت به شوری محیط بسیار گسترده است. برخی گونه ها فقط مقادیر میلی مولار شوری را تحمل می کند در صورتیکه در شوری اشباع محیط باقی می ماند، یعنی استرس شوری کشنده برای یک گروه از جلبکها برای گروه دیگر به آسانی قابل تحمل است. از نظر تحمل شوری جلبک ها به دو دسته شوری تقسیم می شوند. حیات جلبک ها در شرایط استرس شوری با تثبیت تعادل یونی بین محیط و سیتوپلاسم از طریق سنتز مواد آلی اسمزی در مقابل گرادیان غلظت شیمیایی انجام می گیرد. جلبک های آبهای بسیار شور محتوی کلروفیل بیشتر مقدار نور بیشتری را به ازاء هر سلول جذب می نمایند. این جلبک ها در محیط با شدت نور بیشتر بهتر رشد کرده و نسبت به کلروفیل a:b بالاتری دارند. افزایش فتوسنتز القاء شده ناشی از افزایش انرژی بر اساس محتوی پروتئینی محاسبه می شود.

گلسیرول ماده آلی اسمزی اصلی جلبک *Dunaliella parva* همانند سایر گونه های *Dunaliella* می باشد. یعنی افزایش غلظت NaCl محیط موجب افزایش غلظت گلسیرول سلول می شود. از نقطه نظر انرژی و نیازمندی کربن، گلسیرول مقرون بصرفه می باشد. از طرف دیگر گلیسرول ماده محلول سازگار برای آنزیم ها و غشاء است که در غلظت های بالاتر آن نیز فاقد اثرات سمی می باشد. تحقیقات نشان داد که جلبک دونالیلا متناسب با شوری محیط غلظت Na و Cl سلولی را در سطح ۵ برابر کمتر از غلظت محیط خارج و غلظت پتاسیم درون سلولی را در سطح ۱۳-۶ مرتبه بیشتر از محیط خارجی تنظیم می نماید. همبستگی خوبی بین جذب K و از دست دادنNa وجود دارد که نشان دهنده تعویض بین دو یون می باشد ، با افزایش شوری محیط شدت این تعویض افزایش می یابد(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

### ۹-۱-۱- عوامل محیطی

شرایط محیطی و تغذیه ای اثرات بسیار چشمگیری بر مرفولوژی تعدادی از جلبک ها دارد. سازگاری مرفولوژیکی طول رشته جلبک *Spirulina platensis* نسبت به نور و درجه حرارت به اثبات رسیده است. شدت نور و درجه حرارت بر طول سلول سیانوباکتر *Syenchococcus lividis* مؤثر است این گونه در آبهای جاری آرام در فصل بهار در دمای تا ۷۴/۵ درجه سانتیگراد مشاهده می شود. بیشترین اندازه طول این جلبک در نور شدید و دمای بالا مشاهده می شود. متوسط تغییر طول ۰/۱۳۲ میکرومتر در هر درجه سانتیگراد است. بهرحال تأثیر شرایط محیطی بر طول سلول مسئله ای کاملاً پیچیده است. بطور مثال در شدت نور تقریباً ۴۱۵ کالری بر سانتیمتر مربع در روز تغییر طول سلول در پاسخ به درجه حرارت مشهود است. بطور کلی دامنه درجه حرارتی که نور و درجه حرارت بیشترین اثر را بر طول سلول جلبک دارند، در محدوده بالائی آن قرار دارد. بسیاری از واکنشهای متقابل عوامل محیطی بر تغییر مرفولوژیکی جلبک ها مؤثر هستند(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

.

### ۱۰-۱-۱- کاهش ، بقاء و رشد جلبکها

ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها، بوسیله عوامل مختلفی تنظیم می شود که از آن جمله می توان به نرخ رشد گونه های مختلف جلبک، نرخ کاهش ویژه ناشی از چرا شدن، رسوب شدن و رقیق شدن آنها اشاره کرد. در طبیعت عوامل زیادی وجود دارد که بطور همزمان بر اساس قاعده ای خاص و یا بدون قاعده و نظم ، بسرعت (در دقایق و ... روزها) و یا به آرامی (در طی فصول) تغییر می نمایند. متغییر های محیطی زیادی وجود دارند که بر نرخ رشد جلبک ها تأثیر می گذارند مانند درجه حرارت، شدت تابش نور و دورهٔ نوری ، مواد مغذی در دسترس. واکنشهای بالقوه گونه های مختلف به یک عامل یا گروه عوامل مختلفی بستگی دارد که در آن زمان تعیین کننده و محدود کننده می باشد. این عوامل احتمالاً بطور هماهنگ با هم نیز تغییر می کنند. بطور مثال درجه حرارت با شدت نور در اوائل سال محدود کننده هستند، در صورتیکه مواد مغذی در فصل تابستان عامل محدود کننده می باشد.

جلبک ها به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- جلبکهائی که نرخ رشد آنها سریع بوده و در صورت مهیا بودن شرایط محیطی مناسب رشد، سریعاً واکنش می دهند، ولی می توانند تراکم حداکثر خود را برای مدت طولانی تثبیت نمایند. این دسته را گونه های کولونی فرم فرصت طلب با الگوی رشد انتخابی r هستند.

۲- گونه هائی با نرخ رشد کمتر، واکنش کندتر دارای قدت تحمل یا تطابق با دوره های استرس زا هستند. این گونه ها دارای الگوی رشد k هستند. یک زیستگاه اشغال نشده ابتدا با گونه های دارای الگوی k اشتغال که بعداً بوسیله گونه های دارای الگوی r جایگزین می شود.

تغییرات فصلی بر پذیرفتن اثرات توالی که در آن گونه های مختلف قادر به رشد بوده و اشکال پلانکتونی غالب می شوند، تاکید دارد. گونه های یکسان از نظر رشد و اندازه ، طی چرخه سالیانه تمایل دارند با یکدیگر همراه باشند. گونه های ریز با رشد سریع در فصل بهار و گونه های درشت با سرعت رشد کمتر در اواسط تابستان مشاهده می شوند. از نظر مواد مغذی تا اواسط تابستان فسفر و سیلیس عوامل محدود کننده هستند ولی متوسط شدت تابش نور شروع به کاهش می کند. این تغییرات در جهت افزایش گونه های با الگوی r می باشد. توانائی گونه ها هم برای تثبیت یک تلقیح بالقوه جهت رشد در زمان مساعد شدن شرایط دارای اهمیت اساسی برای روش زندگی پلانکتونی است.

بهترین مثال تغییرات بین جمعیت های در حال رشد و مراحل استراحت مشخص در مورد دینوفلاژلها مشاهده می شود. این گونه در دریاچه های عمیق مناطق معتدله، دارای دامنه گسترده غذایی مشاهده می شود. در این دریاچه ها، جمعیت های مداوم این جلبک در سراسر تابستان دیده می شود. در اواخر تابستان و پاییز کاهش تعداد سلول های رویشی همراه با تولید سیستم های مشخصی اتفاق می افتد. بسیاری از گونه های نوستوکال اسپورهای جنسی تولید می کنند این جلبک ها معمولاً در گروههای ۳-۲ سلولی، بطور مستقیم از سلولهای رویشی رشد و تمایز می یابند.

جلبک سبز- آبی میکروسیس تیس یک فیتوپلانکتون با الگوی رشد k است، با ته نشین شدن کولونی های رویشی در بستر ، زمستان گذرانی کرده و حتی می توانند بمدت چندین سال بدون اکسیژن و نور باقی بماند. برخی دیاتومه های مرکزی بویژه ملوزیرا و استفانودیسکوس و شاید سایر جنس ها می توانند، بمدت طولانی (ماهها و سالها) روی رسوبات دریاچه باقی بمانند. کاهش و از بین رفتن جلبک ها از سوسپانسیون در یک زمان معین به عنوان تلفات در نظر گرفته می شود. این موضوع ناشی از منبع نوری یا مواد مغذی نامناسب، برخی محدودیت های فیزیولژیکی ، چسبیدن به موجودات انگلی ، مصرف شدن توسط زئوپلانکتونها و ماهیان فیتوپلانکتون خوار، جابجایی فیزیکی بوسیله جریان آب باشد. همچنانکه روند کاهش جمعیت پلانکتونی پیش می رود، معمولاً افزایش نسبی یا مطلق آن نیز مشاهده می گردد. حداکثر جمیعت جلبک، نقطه ای است که مجموع نرخ های کاهش با نرخ های رشد، اولین بار به تعادل می رسند، یعنی کاهش جمعیت به معنی رشد صفر نمی تواند باشد.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰)

### ۱۱-۱-۱- زئوپلانکتون ها

در اکوسیستم های آب زئوپلانکتون ها نقش بسیار مهمی در تغذیه ماهی خصوصاً مراحل اولیه لاروی و انگشت قدها دارد. زئوپلانکتون ها، بعلت تغذیه از فیتوپلانکتون ها توانایی تغییر تنوع گونه ای و کاهش بیوماس فیتوپلانکتون ها در چرخه عناصر، بمنظور افزایش تولیدات اولیه روشن است. آزمایشات نشان می دهند که در دریاچه های غنی بعلت تغذیه سخت پوستان گیاهخوار از فیتوپلانکتونها ، غلظت مواد مغذی محلول افزایش می

یابد. از آنجائیکه مواد مغذی بر اثر رسوب شدن بصورت ذرات از دسترس خارج می شوند، می توان انتظار داشت که زئوپلانکتون های گیاهخوار قادرند زمان پایداری بقاء مواد مغذی را در لایه نورانی افزایش دهند. استفاده از زئوپلانکتون ها بمنظور کنترل جمعیت جلبک ها در برخی موارد بعلت بزرگ بودن اندازه آنها، داشتن غلاف ژلاتینی یا صفحات سخت و ترشح مواد سمی با محدودت روبرو است .

تراکم شدید جلبک های رشته ای تأثیر منفی بر روی فیلتراسیون آنها داشته و احتمال کنترل بیوماس جلبک ها بسیار کم است. در دریاچه هائی که تعداد ماهی آنها کم است چرای زئوپلانکتون ها بیوماس جلبک را کنترل می کند. در غیاب ماهیان فیتوپلانکتون خوار، آنتن منشعب های با جثه بزرگ، فراوانی جلبک های درشت را تنظیم می کنند.

توزیع فراوانی فیتوپلانکتون ها بر حسب اندازه، تنها عامل تعیین کننده ارزش یک جمعیت جلبک برای چرای موجودات پلانکتون خوار نیست. این موضوع به توزیع زئوپلانکتون ها فیلتر کننده گونه های درشت مانند دافنی به تغذیه از ذرات غذائی با اندازه های مختلف می باشند. بنابراین می توان گفت در اکوسیستم های آب موجودات شکارچی در شکل گیری ساختار جمعیتی شکار اهمیت دارند، یعنی با حذف انتخابی برخی از اجراء جمعیت شکار، ساختار جمعیتی را به نفع اعضاء باقیمانده تغییر می دهند. زئوپلانکتون های فیلتر کننده نمی تواند از تمام سلول ها یا کولونی ها بعنوان منبع غذایی استفاده کنند. ذرات درشت (بیش از ۵۰ میکرون) بوسیله گونه های بزرگ کلادوسرا مصرف می شود. فشارتغذیه ای از طرف کلادوسرای کوچک و متوسط که بر نانوپلانکتون ها وارد می شود ، موجب حذف نائوپلانکتون ها در مقابل نت پلانکتون ها شده ورشد نت پلانکتون ها افزایش می یابد. بعلاوه مواد دفعی زئوپلانکتون ها موجب در دسترس قرار گرفن مواد مغذی از نانوفیتوپلانکتون های قابل فیلتر شدن به نت پلانکتون های غیر قابل فیلتر شدن گردد. بنابراین افزایش تراکم زئوپلانکتون های با اندازه کوچک و متوسط ممکن است باعث تغییر طیف فیتوپلانکتونها نسبت به کاهش بیوماس آنها شود.

سیانوباکترها بدلیل ترسح مواد سمی ، داشتن شکل رشته ای بزرگ و کولونی درشت ارزش غذایی نامطلوب ، معمولاً به عنوان منابع غذایی غیر مفید برای سخت پوستان پلانکتونی دریاچه ها، شناخته می شوند. در دریاچه ها و استخرهای پرورش ماهی، افزایش تولیدات اولیه موجب القاء افزایش بیوماس زئوپلانکتون ها می شود ولی در دریاچه های یوتروف شکوفائی سیانوباکترهای رشته ای موجب محدودیت رشد زئوپلانکتون ها می شوند که بستگی به تراکم رشته ها دارد و تراکمی از سیانوباکترهای رشته ای که محدود کننده رشد می شوند به شکل ، وضعیت فیزیولوژیک رشته و از سوی دیگر به اندازه زئوپلانکتون بستگی دارد. دسته های بزرگ سیانوباکتر بوسیله دافنی مصرف نمی شوند ولی جدا سازی این دسته بصورت تک رشته (طول کمتر از ۱/۵ میلیمتر) موجب مصرف آنها توسط دافنی می گردد. اگر سیانوباکترها به اشکال قابل تغذیه و غیر سمی در محیط موجود باشند،

بعنوان یک منبع غذایی مکمل مهم برای زئوپلانکتون های گیاهخوار به شمار می آیند(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

### ۱۲-۱-۱- ماهیان

مطالعات بسیاری از لیمنولوژیست ها در موضوع تأثیر مصرف کنندگان سطوح بالائی زنجیره غذایی (ماهیان) بر جمیعت موجودات آبزی سطح پایین نشان داد که جمعیت های پلانکتونی از طریق سطوح پایینی (از پائین به بالا) و یا سطوح فوقانی غذائی (بالا به پائین) کنترل می شوند. تحقیقات بنیادی نشان داد که ماهیان زئوپلانکتون خوار شکارچیان انتخاب کننده زئوپلانکتونها بر مبنای اندازه آنها می باشد. عواملی که در این انتخاب دخالت دارند شامل اندازه، حرکت ، شکل و قابل رویت بودن آنها است. اغلب ماهیان زئوپلانکتون خوار ذرات غذایی را انتخاب می کنند که به آسانی قابل تشخیص باشند. زئوپلانکتونهای قابل تشخیص دارای اندازه های بزرگتر و رنگدانه های زیادی هستند از طرف دیگر زئوپلانکتونهای با قدرت شنای ضعیف، سریعتر شکار می شوند.

با حذف ماهیان از دریاچه ها تغییراتی در جمعیت زئوپلانکتونها ایجاد می شود، بطوریکه فراوانی کلادوسرهای کوچک تغییر یافته، پاروپایان بزرگ غالب شده، تولیدات اولیه کاهش، نت فیتوپلانکتونها و شفافیت آب افزایش و غلظت نیتروژن و فسفر کل کاهش می یابد. متعاقب شکل گیری جمعیت ماهی در دریاچه ها، کلروفیل و تراکم زئوپلانکتون ها کاهش و متوسط اندازه زئوپلانکتون ها افزایش می یابد. در اینجا تغییر اندازه زئوپلانکتون اهمیت می یابد، زیرا نرخ فیلتر کردن با کوچک شدن اندازه زئوپلانکتون افزایش می یابد و از طرف دیگر دامنه اندازه جلبک های قابل تغذیه باندازه زئوپلانکتون ها افزایش می یابد. در بسیاری از دریاچه های یوتروف بعد از صید و یا مرگ ماهیان پلانکتون خوار، اندازه تعداد زئوپلانکتون های فیلتر کننده افزایش یافته و تراکم سیانوباکترها کاهش می یابد. همچنین در استخرهای پرورش ماهی که تراکم ماهی آن کم بوده و یا ماهیدار نشده باشد در سه ماهه تابستان علیرغم غلظت زیاد مواد مغذی ، تراکم زیاد دافنی درشت همراه با کاهش محصول فیتوپلانکتون ها مشاهده می شود.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

## ۲-۱- ارزش غذائی جلبکهای تک سلولی

جلبکهای ریز به عنوان غذای اصلی وبعضی اوقات بعنوان غذای مکمل در پرورش آبزیان ، مخصوصا لاروهای میگوی خانواده پنائیده مورد استفاده قرار می گیرند .هرچند مواد غذائی جایگزینی همچون مخمرها وغذای مصنوعی نیز در این راستا مورد استفاده قرار میگیرند، اما تاکنون جلبکها بعنوان ارجح ترین غذای زنده دراین صنعت قلمداد می گردند (Jones, et al, 1987) . گونه های جلبکی که در صنعت تکثیروپرورش استفاده می شوند از دومنبع اساسی تامین می گردند :۱) جوامع طبیعی فیتوپلانکتون که یادر طبیعت یافت شده ویا ازمحیطهایی که

با افزودن مواد غذایی غنی شده اند بدست آورده می شوند. ۲) پرورش تک جنس جلبکی در شرایطی که نیاز به حجم بالایی از مواد غذایی باشد ، صورت می گیرد. مشکل اصلی پرورش جلبک ، هزینه های بالای آن است که بطور متوسط ۳۰-۴۰٪هزینه آبزی پروری صرف آن می گردد(Borowitzka,1997). جانورانی که بابیش از یک گونه جلبک تغذیه میگردند،رشد سریعتری ازجانورانی دارندکه ازیک نوع جلبک تغذیه میکنند(Enright et al, 1986). این امر به این دلیل است که ممکن است یک جلبک ماده مغذی خاصی را نداشته وجلبک دیگر آنرا دارا باشد . ترکیب بیو شیمیایی جلبک را میتوان با دستکاری شرایط پرورشی آنها تغییر داد، زیرا ترکیب آنها به غلظت مواد غذایی و ترکیب محیط رشد (Wikfors,1986)، درجه حرارت، طول دوره نوردهی (Mortain-Bertrand, et al ,*1987*)، شدت نور، طول موج نور و مرحله رشددرزمان برداشت(Mykelstad, 1974) دارد. پروتئین ، کربوهیدرات ، لیپیدها ومواد معدنی ۹۵-۹۰٪ وزن خشک سلول جلبک را تشکیل می دهد . باقیمانده ( ۱۰-۵٪) اسیدهای نوکلئیک می باشند (Brown et al., 1989) مقادیر تیپیک ترکیب شیمیائی تعدادی از جلبکها به شرح جدول ۲ می باشد.(حسینی،مخدومی،حسن نیا، ۱۳۸۰).

### ۱-۲-۱- اسیدهای آمینه

ارزش تغذیه ای پروتئین به قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه آن بستگی دارد. نسبت
اسیدهای آمینه ء گونه های مختلف جلبکهای تک سلولی ، تفاوت زیادی باهم ندارند . میزان پروتئین مورد نیاز برای ایجاد رشد مطلوب در گونه های مختلف آبزیان محدوده خاص خود را دارد ، اما اختلافات مشاهده شده در رشد آبزیان که مخصوصا بر اثر استفاده از غذ ای زنده موجب تفاوتهای معنی دار در بقا و رشد آبزیان می گردد در بیشتر حالات ناشی از کیفیت غذائی جلبکها بوده وغالبا با ترکیب اسید آمینه ای آنها غیر مرتبط است. ترکیب اسید آمینه ای جلبک کاملا شبیه به پروتئین تخم مرغ بوده که ارزش غذ ائی بالائی در تغذیه انسانی دارد، هرچند که تخم مرغ از نظر متیونین غنی تر واز نظر آرژنین ضعیف تر است (Teshima et al,1982).

**جدول ۲ : ترکیب خام شیمیائی (٪ وزن خشک) جلبکهای ریز که معمولا در آبزی پروری دریائی استفاده می شوند.**

| رده و گونه جلبک | اسم معمول | پروتئین ٪ | کربوهیدرات ٪ | چربی ٪ | مواد معدنی٪ | منبع |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Prymnesiophyceae* | | | | | | |
| *Isochrysis sp* .clone T-iso | تاژکدار قهوه ای- طلائی | ۴۴ | ۹ | ۲۵ | ۹ | Whyte , 1987 |
| *Isochrysis galbana* | تاژکدار قهوه ای- طلائی | ۴۱ | ۵ | ۲۱ | ۱۳ | Whyte , 1987 |
| *Pavolva lutheri* | تاژکدار قهوه ای- طلائی | ۴۹ | ۳۱ | ۱۲ | ۶ | Persoonet al , 1980 |
| Bacillariophyceae | | | | | | |
| *Chaetoceros calcitrans* | دیاتمه | ۳۳ | ۱۷ | ۱۰ | ۲۹ | Utting , 1986 |
| *Phaeodactylum tricornutum* | دیاتمه | ۳۳ | ۲۴ | ۱۰ | ۸ | Persoonet al , 1980 |
| *Skeletonema costatum* | دیاتمه | ۳۷ | ۲۱ | ۷ | ۳۹ | Persoonet al , 1980 |
| *Thalassiosira pseudonana* | دیاتمه | ۲۹ | ۱۷ | ۱۰ | ۳۸ | Whyte , 1987 |
| Chlorolophyceae | | | | | | |
| *Dunaliella salina* | تاژکدار سبز | ۵۷ | ۳۲ | ۹ | ۸ | Persoonet al , 1980 |
| Prasinophyceae | | | | | | |
| *Tetraselmis suecica* | تاژکدار سبز | ۳۹ | ۸ | ۷ | ۲۳ | Whyte , 1987 |

درصورتیکه بخشهائی از مولکول پروتئین به مولکولهای دیگر متصل شده باشد ، بخشی از اسید آمینه های آن قابل هضم وجذب نمی باشند . مثلا اسید آمینه لیزین می تواند به کربوهیدرات متصل و در اصطلاح بلوکه گردد . این گونه اسید های آمینه دیگر ارزش پروتئینی خود را از دست خواهند داد . درهنگام فرآوری برداشت جلبک ( مثلا خشک کردن ) این واکنش شایع است ومی بایستی که هنگام استفاده از جلبک بعنوان غذای جانور مد نظر قرار گیرد . در بیشتر روشهای شیمیائی بین لیزین قابل دسترس و لیزین بلوکه شده تمایزی قائل نمی شوند.( Brown et al., 1989 ) .

### ۲-۲-۱- اسید های چرب

بخش مهمی از چربی جلبکها راتشکیل می دهند که در حدود ۴۰-۲۰٪ وزن چربی جلبک را تشکیل می دهد (Brown et al., 1989) . هرچند بعضی اوقات این نسبت در گونه ای مانند فراجیلا ۸۶٪ وزن چربی را به خود اختصاص می دهد. غالبا اسیدهای چرب درشکل استری خود با گلیسرول مشاهده می شوند ، ودر اشکال تری و دی گلیسرید ، فسفولیپید وگلیکولیپید نیز یافت می گردند. تفکیک اسیدهای چرب به اسیدهای چرب اشباع ، اسیدهای چرب یک غیر اشباع و اسیدهای چرب چند غیر اشباع موثر می باشد . در جلبکهای سبز اسیدهای چرب اشباع شده ( ۳۰ - ۱۵٪ ) و دیاتمه ها وپریمنزوفیتا (۴۰-۳۰٪) از کل اسید های چرب را شامل می شود . جلبکهای سبز یک غیر اشباعی های اندک (۲۰-۵٪) ولی چند غیر اشباعی بالائی دارند (۸۰-۵۰٪) و در حالی که پریمنزوفیتا ودیاتمه ها سطوح مشابهی از یک غیر اشباع ها (۴۰-۲۰٪) وچند غیر اشباع ها (۵۰-۲۰٪) دارا هستند . هرچند در جلبکهای سبز اسیدهای چرب چند غیر اشباع بیشترین است ، ولی اسیدهای چرب با تعداد کربن بیشتر این جلبکها از قبیل۳ ω ۲۰:۵ و۳ ω ۲۲:۶ معمولا از دیگر گروههای جلبکی کمتر است . با وجود روندهای مشابه ، مقادیر اسیدهای چرب به مقدارزیاد حتی در یک رده جلبکی تغییرمیکند . تفاوتها در سطوح اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFAs) ۳ ω ۲۰:۵ و ۳ ω ۲۲:۶ در آبزی پروری مهم می باشد .

### ۳-۲-۱- فسفولیپیدها

فسفولیپیدها تقریبا ۲۵-۵٪ و بطور متوسط ۱۰٪ از وزن چربیها را تشکیل می دهند . زیر بخشهای فسفولیپیدی که دربیشتر جلبکها تشخیص داده میشوند شامل فسفاتیدیل اتانول آمین ودی فسفاتیدیل گلیسرول می باشند.فسفاتیدیل کولین وفسفاتیدیل اینوسیتول در پریمنزیوفیتا وتاژکداران سبز وجود دارند.

مواد معدنی می تواند قسمت مهمی از وزن خشک را به خود اختصاص دهد که از ۳۹-۶ ٪ وزن خشک تغییر می کند. جلبکها منبع مهم تعدادی از مواد معدنی می باشند .جلبکها می توانند یونهای فلزات سنگین را در خود ذخیره ساخته که درصورت سمی بودن ، از کیفیت جلبکها کاسته می گردد .یونهای فسفر، سیلیس (دیاتمه ها) کلسیم، پتاسیم ،کلر ، آهن، منیزیم، روی، منگنز ومس وکبالت در مقادیر اندک اهمیت بیولوژیک مشخصی داشته ودرجلبکها یافت می شوند .

### ٤-۲-۱- ویتامین ها

جلبکها منبع با ارزش همه ویتامینها می باشند .ویتامین ها درجلبکهای آب شیرین ماکروجلبکهای دریایی و در میکرو جلبکهای دریایی بررسی شده اند(Brown et al., 1989) . ویتامینهای عمده مشخص شده تیامین ( ویتامین $B_1$) ، ریبوفلاوین ($B_2$) ،پیریدوکسین ( $B_6$) ، سیانو کوبال آمین ( $B_{12}$) ، بیوتین ، اسید اسکوربیک ( C )، اسید نیکوتینیک ، اسید پانتوتنیک ، کولین ،اینوسیتول ، توکوفرول (E ) وبتا کاروتن (ماده پیش ویتامین A) می

باشند . پیش ماده های ویتامین D از جلبک جداسازی شده است . بعضی از جلبکها به ویتامین ها مخصوصا بیوتین وکوبال آمین نیاز دارند .

## ۳-۱- مواد ضروری در پرورش آبزیان دریائی

**اسیدهای آمینه :** تعدادی از اسیدهای آمینه برای گونه های پرورشی دریایی ضروری هستند. بعضی ازاسیدهای آمینه بطور حادضروری نیستند ، اما ممکن است بر اثربلوکه شدن ضروری گردد . برای مثال سیستئین می تواند از متیونین ( یک اسید آمینه ضروری ) ایجاد گردد .اما پیش بینی سیستئین کافی نیاز جیره به متیونین راکاهش خواهد داد. مشابها تیروزین جیره نیاز به فنیل الانین را کاهش خواهد داد .

الگوی ترکیب اسید آمینه ای پروتئین جیره غذ ائی میگو شبیه به کل بدن ویا پروتئین تخم مرغ می باشد که ارزش تغذیه ای بالائی دارد ( Deshimaru , 1981) . شاخص های اسیدهای آمینه و ارزش غذ ائی مواد ، همگرائی دارند (Walne, 1970). با استفاده از این روابط *Tetraselmis suecica* و *Pavlova lutheri* و *Isochrysis galbana* که شاخص های فوق آنها باهم قرابت دارند ، رشد خوب ایجاد می کنند ، در حالیکه *Chlorella sp* و *Phaeodactylum tricornutum* با همگرائی ضعیف ترشاخصها ، رشد کمتری را ایجاد می کنند . اینکه اسیدهایآمینه ضروری عامل مهمی در تعیین ارزش تغذیه ای یک جلبک باشد ، جای بحث دارد .

تغییرات اندک مشاهده شده در ترکیب اسید آمینه جلبک اغلب با تفاوتهای بزرگ در توانائی آنها برای ایجاد رشد در یک جانورخاص همگرائی ندارد . بنابراین به نظر می رسد که مدرک قوی دال بر کاهش اسید امینه خاص هر جلبک موجب ایجاد غذای غیرموفق برای هر حیوان می شود ، وجود ندارد. ممکن است جلبکهای مختلف فقط موجب تغییرات اندک در ترکیب اسید امینه ا ی زئو پلانکتونهائی شود که از آن تغذیه می کنند . بدین ترتیب آرتمیائی که از *Spirulina sp* ویا *Scenedesmus sp* تغذیه می کند ، اغلب ترکیب اسید آمینه ای یکسانی دارد . مقدار اندک متیونین در *Scenedesmus sp* موجب کاهش اسید آمینه در آرتمیائی می گردد که از این جلبک تغذیه می کند (Kamei et al 1987).هر چند این نتایج بخاطر هیدرولیز شدن بخشی از متیونین ممکن است معتبر نباشد . اهمیت ترکیب اسید آمینه های جلبکهای مورد استفاده در جلبکهای دریایی هنوز نامشخص بوده ومطالعات بسیاربیشتری نیاز دارد .

**کربوهیدرات :** پارسون وهمکاران پیشنهاد کردند که ترکیب کربوهیدرات عامل ذاتی تعیین کننده ارزش غذائی جلبک بوده وچنین فرض کردند که مقدار بالای گلوکز در *Pavlova lutheri* و *Skeletonema costatum* آنهارا غذای خوبی برای موجودات مختلف ساخته است.

این نتیجه گیری از سوی وب وچو رد شده است (Webb and Chu 1983) ایشان ثابت کردند جیره های جلبکی با مقدار گلوکز یکسان موجب رشدهای متفاوت لارو اویسترمی گردد. برای مثال *C haetoceros sp* برای اسپات ولارو *Crassostrea gigas* غذای مناسبی می باشد که در مقایسه با دیگر جلبکها سطح گلوکز متوسطی دارد. پلی ساکاریدهادرجلبکهای مختلف تفاوتهای کیفی دارد . آنزیم های آمیلاز ولامیناراز در سیستم هضم دوکفه ای ها برای شکستن وجذب همه پلی ساکاریدهاعامل اصلی قلمداد می گردند ( Whyte 1987 ).

شکل خاص کربوهیدرات در جیره سخت پوستان اهمیت دارد .عبدالرحمن وهمکاران (۱۹۷۷) ثابت کردند که جوانهای غیرمولد میگوی *P. japonicus* با جیره مصنوعی دارای دی ساکارید وپلی ساکارید ، رشد بهتری از منوساکارید ایجاد خواهند نمود .منوساکاریدی مانند گلوکز در معده بسرعت جذب وهمه آن درهمولنف آزاد می گردند که موجب افزایش مقدار غیرطبیعی گلوکز خون میگردد . ولی دی ساکاریدها وپلی ساکاریدها به آرامی هضم گردیده ومنجربه آزاد سازی تدریجی منوساکاریدها به همولنف گردیده وموجب بهره وری موثرتر ازمنبع انرژی میگردد(Abdel-Rahman, et al 1979) . نوع کربوهیدرات در غذای لاروی تعیین کننده می باشد . اطلاعات محدود موجود اهمیت کیفیت کربوهیدرات را مورد تاکید قرار می دهد .

**چربی:** مهمترین مساله چربیها درتغذیه جانوری مقدارونسبت اسیدهای چرب جلبک می باشد ( Brown et al 1989) . نیازهای گونه های مختلف سخت پوستان یکسان نمی باشد ، اما 6 ω ۱۸:۲ و 3 ω ۱۸:۳ 3 ω ۲۰:۵ و 3 ω ۲۲:۶ اهمیت دارند . کانازاوا وهمکاران ثابت کردند که تعدادی ازجوانهای غیرمولد وبالغین *Penaeus spp* درشرایط خاص نمی توانند PUFAs را سنتز نمایند . میگوها می توانند اسید لینولئیک 6 ω ۱۸:۲ واسید لینولنیک 3 ω ۱۸:۳ را طولانی و غیراشباع نمایند ، ولی نمی توانند به مقدار لازم زنجیره های طولانی ω 3 P UFA را برای رشد حداکثر خود تولید نمایند . لارو *Penaeus japonicus* نیازهای مشابهی دارد (۱۰۴ ) . تغذیه با اسید پالمتیک نشانه دار ۱۶:۰ و با ترکیب اسید چرب مشخص ، ثابت کرده است که توانائی بیوسنتز 6 ω۱۸:۲و 3 ω ۱۸:۳ در لارو میگووجود ندارد . میزان تبدیل 6 ω ۱۸:۲ به 6 ω ۲۰:۴ وتبدیل ۳ ω ۱۸:۳ به3 ω ۲۰:۵ و 3 ω ۲۲:۶ به مقدار زیادی آهسته واندک است . رشد بوسیله 3 ω ۲۲:۶ موثرتر از 3 ω ۱۸:۳ صورت گرفته وبهتر ازآن با غذ اهای حاوی 3ω ۲۰:۵ انجام می پذیرد. لاروها وجوانهای غیرمولد میگو راههای متابولیک یکسانی برای عدم اشباع وطولانی نمودن زنجیره کربن اسیدهای چرب دارند . فعالیتهای نسبی ونیاز خاص به اسید چرب درهرمرحله از زندگی میگو مخصوصا 3 ω ۲۰:۵ و 3 ω ۲۲:۶ موجب بروزتفاوت در کمیت وکیفیت اسید چرب می گردد . مقدار بهینه P U F As (حاصل از مطالعه جیره های مصنوعی ) در حدود ۱٪ می باشد ( Kanazawa et al 1979) . دیگر سخت پوستان می توانند اسیدهای چرب لینولنیک و لینولئیک راطولانی وغیر اشباع نمایند، آرتمیا می تواند مقادیر قابل ملا حظه ای از 3 ω ۲۰:۵ را در موقع تغذیه از *Chaetoceros simplex* سنتز نماید . این دیاتمه دارای 3 ω ۱۸:۳ ولی فاقد3 ω ۲۰:۵ می باشد . اهمیت یا ضرورت 6 ω PUFA مخصوصا 6 ω۱۸:۲ مشخص نیست ، هرچند بعضی مدارک دال براین است که مقدار آن برای بعضی گونه ها مهم می باشد . یک

بررسی نشان داده است موقعیکه هردواسید چرب 6 ω۱۸:۲و3 ω ۱۸:۳ باهم به غـذای میگـو *Palaemon serratus* افزوده شده باشد، آنها رشد بهتری از P U F A به تنهائی ایجاد خواهند کرد .

**زئو پلانکتون :** مقدار PUFAs دربعضی از زئو پلانکتون هایی کـه معمـولا بـه تغذیـه مـاهی ولارو هـای سـخت پوستان می رسند از جیره هـای جلبکـی آنهـا تـاثیر مـی پـذیرد . روتیفرهـائی کـه بـا اسـتفاده از *D u n a l i e l l a teritolecta* پرورش می یابند ( از نظر 3 ω ۲۰:۵ و 3 ω ۲۲:۶ کمبود داشته ) ، مقدار PUFAs در آنهـا پـائین اسـت . درعوض روتیفرهائی که از *P avlova lutheri* که از نظر PUFAs غنی بوده تغذیـه کننـد ، از 3 PUFAs ω غنـی مـی گردند(Persoone and Sorgloos. 1980).

**فسفولیپیدها :**علاوه برنیازهای ویژه به کولین ، اینوسیتول و PUFAs ، برای بعضی از جانوران وجود فسفولیپیدها ضروری است .نتایج حاصله از جیره های مصنوعی فسفولیپیدها همراه اینوسیتول با گـروه کـولین (در حـدود ۱٪ وزن خشک جیره ) برای رشد وبقای لارو P. .japonicus ضروری است (Teshima et al 1982).

استرولها: استرولها بعنوان تشکیل دهنده غشا وپیش ماده نمکهای صـفراوی ، اسـیدهای صـفراوی و هورمونهـای استروئیدی بااهمیت می باشند (Cowey and Sargent, 1972) . لاروها، جوانهای غیـر مولـد وبـالغین سـخت پوسـتان نمیتوانند در شرایط خاص استرولها راسنتز نمایند . آنها برای رشد عادی خود به منـابع اسـترولی نیـاز دارندبعضـی گونه هـای میگـو، خرچنگهـا ولابسـترها مـی تواننـد کلسـترول یـا اسـترهای کلسـترول، هورمونهـای اسـتروئید وهورمونهای پوست انـدازی (اکـدیزون و اکدیسـترون) رامتـابولیزه نماینـد (Teshima et al ,1982) .لارو میگـوی *P. indicus* (Kanazawa 1985) موقعیکه به مقدار ۱-۵/.٪ وزن خشک جیره کلسترول بوده ، بهینه شده اسـت . بـالغ غیر مولد لابستر به۵/.-۲/.٪ وزن خشک جیره به کلسترول نیاز دارد. آرتمیا به جیره های استرولی نیـاز دارنـد کـه ازطریق غذاهای بامبنای جلبک تامین گردد . هر چند جلبکها نسبتهای متفاوتی از استرولها را دارا بوده ،که عمده این بخش راجانوران می توانند به کلسترول ودموسترول تبدیل نمایند(Prahl et al 1984) .

**هیدروکربنها:**هیدروکربنها ممکن است توسعه لارو ها را با عمل کردن بصورت آنتی اکسـیدان PUFAs بطـور نسبی تسریع کنند(Ben-Amotz. and Avron 1983) .

اسیدهای نوکلئیک : همگرائی تغذیه ای بین کیفیت یا کمیت اسیدهسته ای جلبک وجود نـدارد ، هرچنـد اسـید هسته ای ۶-۴٪ وزن خشک جلبک را تشکیل می دهد واز این نظر ترکیب بااهمیتی است . هضم کامل اسیدهای هسته ای موجب رهاسازی فسفات ، ریبوز ( قند ) وپیریمیدین ها وپورین ها می گردد که جانوران تغذیـه کننـده برای سنتز اسیدهای هسته ای خود از آنها استفاده می کنند . جانوران دریائی نیتروژن مازاد رابه اشکال با حلالیت بیشتر مانند اسید آلانتونیک ، آلانتوین ، اوره وآمونیاک تبدیل می کنند( White et al 1978 ) .

**مواد معدنی :** تعیین سهم جلبک دررفع نیازها ی معدنی جانوران مشکل است . تجزیه وتحلیلهـای انـدکی در مورد ترکیب عناصرجلبکی وجود دارد (Fabregas and Herrero 1986,، Lee and

Lawrence 1985). نیازهای لاروهای پرورشی میگوی *P. japonicus* وبعضی گونه های ماهی بررسی شده است . نقش موثربیولوژیک مواد معدنی از قبیل کلسیم ، فسفر ، سدیم، پتاسیم ، منیزیم ، گوگرد، کلر ، کبالت ، آهن ، مس ، ید ، روی، فلورین، منگنزوسلنیوم درهمه جانوران چه در عناصرویا به شکل ترکیبات پیچیده به اثبات رسیده است. جانوران بخشی از مواد معدنی را مستقیما به شکل محلول ازآب دریا جذب نمایند. دشیمارو ویون در سال ۱۹۷۸ بیان داشتند که *Penaeus japonicus* کلسیم رااز آب دریا جذب کرده وبه کلسیم ، منیزیم وآهن درجیره غذائی نیازی ندارد، هرچند به مکملهای جیره از فسفر ، پتاسیم وفلزات کمیاب نیاز دارد ( Deshimaru and Yone 1978). ولی کانازاوا وهمکاران ثابت کردند این گونه به کلسیم، فسفر، پتاسیم ، منیزیم ، مس نیاز داشته وتوصیه نمودند که نیازهای کلسیمی میگوها موردارزیابی دوباره قرارگیرد(Kanazawa et al 1984) .

**ویتامین ها :** نیازهای ویتامینی هم جوان غیرمولد وهم لارو میگو بخوبی تبیین شده است . جوان غیر مولد Penaeus japonicus به ویتامین ، ریبوفلاوین ، پیریدوکسین ،سیانوکوبالآمین , اسید نیکوتینیک ، بیوتین پترول منوگلوتامیک اسید ، اسیداسکوربیک ، اینوسیتول ، کولین ، بتا کاروتن ، و ویتامین
های D و E نیاز دارد. ممکن است لاروها به بعضی ویتامینها ( مانند اسید اسکوربیک ) نیاز بیشتری از جوانهای غیر مولد داشته باشند .نیازهای ویتامینی ماهی توسط کاوی و سارجنت مرور شده است
(Cowey and Sargent, 1972) . آنها حتی میان گروههای ماهی که بشدت بهم وابستگی داشته ، تفاوتهای مشخصی را نشان دادند .غالبا بیان وتعیین ضرورت یک ویتامین خاص مشکل است زیرا ویتامینهائی که از باکتریهای روده ای حاصل می شوند، ممکن است ناتوانی جانور در سنتز آن ویتامین پوشش دهد. ظاهرا نیازهای ویتامینی میگو وماهی کاملاشبیه هم می باشد. هرچند تاکنون نیاز غدایی به ویتامین D درماهی به اثبات نرسیده ولی نیاز ماهی به اسید پانتوتنیک وویتامین K مسلم بوده درحالیکه میگو این نیاز را ندارد . نکته ای که نباید ازآن غفلت کرد این است که ویتامین می تواند به سلول جلبک متصل شده ودر تغذیه جانور غیر قابل هضم گردد.

## ٤-١- میگو

این میگوها جزو شاخه بندپایان ، رده سخت پوستان بوده می باشد . خانواده Penaeidae با دارا بودن ۳۴۳ گونه که ۱۱۰ گونه آنها می توانند از نظر اقتصادی مطرح باشند که هم در بعد صیادی و هم در بعد آبزی پروری از اهمیت ویژه ای برخوردارند. درحال حاضر بیش از ۸۰٪ کل صید جهانی میگو را به خود اختصاص میدهند و تمام هیجده گونه ای که در پرورش میگو مورد استفاده قرار می گیرد از این خانواده میباشد ( Bailey – Brock& Moss, 1992).

پراکنش جغرافیایی :میگوی سفید هندی مخصوص آبهای دریایی گرم و کم عمق می باشد. در جزایر مرجانی انواع متنوعی از آنها یافت می شود. این موجودات از حد جزر و مد از ۱ مترتا عمق ۵۳۰۰ متری زندگی می کنند

ولی غالبا" درمناطقی یافت میشوند که درجه حرارت آب سطحی آن در فصل تابستان بیش از ۲۰ درجه سانتی گراد باشد.جنس پنائیده انتشار گسترده از آفریقا تا استرالیا دارد و از آبهای اقیانوس آرام غربی و دریای سرخ ، شرق و شمال شرقی آفریقا تا ژاپن ، کره ، استرالیای شمالی و حوزه شرقی اقیانوس آرام گزارش گردیده است. همچنین از طریق کانال سوئزبه مدیترانه شرقی وسواحل فلسطین اشغالی ،لبنان ، سوریه وجنوب ترکیه راه یافته است (Grey et al 1983).این میگوها حداکثر تا عمق ۹۰ متر یافت میشود که اغلب در عمق ۳۰ متری بر روی بسترهای شنی یا لجنی یافت می گردد (Bianchi 1985). حداکثر طول نرها ۱۸۰ میلیمتر و ماده ها به حداکثر ۲۴۲ میلیمتر طول کل می رسند (Bianchi 1985).

## ۱-٤-۱- مراحل لاروی :

مراحل لاروی میگوهای پنائیده عبارت است از :

- ناپلیوس ( Nauplius ) با ۵ تا ۶ زیر مرحله (Sub-stage)
- پروتوزوآ یا زوآ ( Protozoa or Zoa) با ۳ زیر مرحله
- مایسیس ( Mysis) با سه زیر مرحله

**ناپلیوس** $N_{1-5}$ : لاروی که با تفریخ تخم از آن خارج میشود را ناپلیوس می نامند. این لارو قادر به تغذیه از محیط نبوده و از ذخیره مواد غذایی خود استفاده مینماید. همچنین به دلیل عدم توسعه اندامهای ضمیمه قادر به شنا کردن نیست . لاروها معلق و با جریانات آب جابه جا می شوند. لارو با عبور از ۵ زیر مرحله که هر یک با پوست اندازی از دیگری تفکیک می شود ، این مرحله را به پایان می رساند.

زوآ ($Z_{1-3}$) : این مرحله حساس ترین مراحل زندگی لاروهای میگوهای پنائیده است که نیاز لارو میگو به مواد غذایی با کیفیت و کمیت مناسب این حساسیت را تشدید میکند . در زیر مرحله $Z_1$ لارو تواما" از ذخیره مواد غذایی و از محیط تغذیه میکند (Meers 1974) .در این مرحله لاروها مواد معلق در آب با قطر ۲۰ – ۳ میکرون را فیلتر میکنند (Macintosh , 1988) و فیتوپلانکتون ها به ویژه انواعی از دیاتمه ها نظیر کتوسروس (*Chaetoceros sp*) و اسکلوتنما (*Skeletonema sp*) را بر دیگر مواد نظیر مخمر ، کنجاله سویا و زرده تخم مرغ ترجیح می دهند .

**مایزیس** ( $M_{1-3}$ ) :در این مرحله لارو توانایی شنا کردن را می یابد و در زیر مرحله اول $M_1$ ازپلانکتونهای گیاهی و انواع پلانکتونهای جانوری نظیر ناپلیوس آرتمیا ، تخمهای لقاح یافته اویستر ، روتیفر و سخت پوستان کوچک تغذیه میکند. با رشد بیشتر تمایل به استفاده از غذاهای جانوری شدت بیشتری پیدا می کند ( Mcvey & Fox ,1983). وضعیت عمودی که در آن سر جانور به طرف پایین قرار دارد ، از ویژگیهای این مرحله به حساب می آید. لاروهای میزیس به وسیله حرکات ناگهانی ، انقباض بخش شکمی رو به عقب شنا می نمایند. با انجام

چهارمین پوست اندازی این مرحله خاتمه یافته و دوره جدیدی از زندگی یعنی مرحله پست لاروی یا لاروی پیشرفته آغاز میگردد (Tramer 1966).

پست لاروی و نوجوانی : پس از طی مراحل لاروی با شروع مرحله پست لاروی میگوهای نوجوان به زندگی در کف متمایل شده و از مواد غذایی با منشا جانوری نظیر لارو ماهیان ، سخت پوستان و نرمتنان کوچک تغذیه میکنند. معمولا" میگوهای خانواده پنائیده از مرحله $PL_6$ کاملا" کفزی هستند (Mcvey & Fox ,1983) . در صورت مناسب بودن شرایط ، میگوهای نوجوان رشد نموده و اندامهای مختلف شکل معمولی خود را مییابند. ظهور اندام تناسلی خارجی مشخصه ورود میگو به مرحله بلوغ اولیه است که ممکن است تا ۴ ماه به طول انجامد . رشد و توسعه غدد تناسلی معرف ورود میگو به مرحله پیش از بلوغ میباشد . در این مرحله نرهایی که غدد تناسلی آنها رسیده است و آمادگی جفتگیری را دارند با ماده هایی که تخمدان آنها رسیده و یا هنوز نارس میباشند ، جفت گیری میکنند. بلوغ مرحله ای است که میگو برای تولید مثل آمادگی کامل را پیدا میکند (Tramer,1966) ، لذا برای نرها هنگامی روی میدهد که با جانور ماده جفتگیری میکنند اما برای ماده ها بلوغ با تخمریزی همزمان است . از تغییرات مهم دیگری که در چرخه زندگی میگوهای پنائیده رخ میدهد تغییر در محل زیست یا انتخاب زیستگاههای مختلف در هر یک از مراحل زندگی میباشد

هدف از مهاجرت دستیابی به شرایط مطلوب فیزیولوژیک برای انجام یک تولید مثل موفق و همچنین فراهم نمودن شرایط مطلوب تر برای تخمها و نوزادان آینده است. لاروهایی که همراه با حرکات جزر و مدی از آبهای دور از ساحل وعمیق به آبهای ساحلی کم عمق (خورها ، مصب ها و مانگروها ) که شرایط محیطی درآنها دستخوش نوسانات شدید می باشند مهاجرت مینمایند ، تغییرات فیزیولوژیک متعددی در بدن آنها رخ میدهد که آنان را به تحمل شرایط توانا میسازد.مهمترین ویژگی مناطق ساحلی وفورمواد غذایی در این مناطق است که موجب رشد سریعتر پست لاروها شده و بقای آنها را افزایش میدهد (Macintosh , 1988).

**زیست شناسی :** متوسط سن میگوی سفید هندی دو سال است ، میگوهای ۶ ماهه متاثر از شرایط محیطی

متوسط سن میگوی سفید هندی دو سال است ، میگوهای ۶ ماهه متاثر از شرایط محیطی آماده جفتگیری می شوند . این گروه از میگوها به تدریج آبهای کم عمق ساحلی را ترک و به اعماق بیشتر و آبهای دور از ساحل مهاجرت می نمایند .

**جفتگیری :**جفتگیری پنائیده در شب و مدت کمی پس از پوست اندازی جانور ماده صورت می گیرد (Bailey – Brock & Moss 1992) . روی تاژکهای آنتن جلویی میگوی نر تعداد زیادی موهای حسی وجود دارد که برای پیدا کردن جنس ماده کمک می کند.پس از پوست اندازی زمان جفتگیری فرا می رسد. طی عمل جفتگیری کیسه های اسپرمی از سوراخ تناسلی جنس نرخارج و با کمک پتاسما به تلیکوم جانور ماده هدایت و در آنجا ذخیره می شود. میگوی ماده ذخیره اسپرمی را تا پوست اندازی بعدی نگهداری و در صورت کسب آمادگی تخمریزی از آن استفاده می کند. با رسیدگی تخمدان ، جانور ماده تخمکها را از سوراخ تناسلی واقع در

قاعده سومین جفت پاهای حرکتی خارج وهمزمان با آن اسپرمهای غیر متحرک را از منافذ واقع در چهارمین پاهای حرکتی رها نموده و لقاح درآب به وقوع می پیوندد .حرکت پاهای سینه ای جانور ماده امکان لقاح بیشتررا فراهم می‌آورد (Motoh , 1981) .

هم آوری میگوی سفیدبطورمتوسط در حدود ۲۷۰/۰۰۰ تخم میباشد . این میگو با توجه به درجه حرارت میتواند از روزهای آخر زمستان تا اوایل تابستان تولید مثل نماید. اما اگر شرایط مهیا باشد قدرت تولید مثل را در تمام سال دارا ست ولی کیفیت تخم ها در خارج از فصل تولید مثل پایین تر است. این میگو می تواند در طول عمر خود تا ۵ بار شانس تولید مثل را بیابد (Bray and Lawrans 1992). میگو برای تخم ریزی به پهلو قرار می گیرد و شکم خود را چنان خم می کند که بین آن و سطح پایین فضایی به وجود می‌آید که در این فضا تخم می گذارد ، همراه تخم ماده ای ترشح می شود که غشای اسپرماتوفورها را پاره می کند . اسپرماتوزوئیدها آزاد می شوند و تخم ها لقاح می یابند (۳). با لقاح تخمک و اسپرم سلول تخم ایجاد می شود ، تخمها نزدیک بستر معلق و پراکنده می گردند. در میگوی ( *P..setiferus* ) ۲-۱ دقیقه پس از لقاح ترشح ماده محافظ آغاز می شود ودر ۷-۵ دقیقه شکل یکنواخت خود را می یابد . این تغییر به واسطه جذب آب و ایجاد لایه حفاظتی ژله مانندی است که از ورود چند اسپرم به یک تخمک جلوگیری می کند (Hassan ,1982) . این لایه تا تشکیل غشا تفریخ حفظ خواهد گردید. اولین تقسیم سلولی ۴۰ دقیقه پس از لقاح آغاز و جنین مراحل تکوین خود را در عرض مدت ۱۴ تا ۱۸ ساعت کامل نموده و پس از آن تخم هچ و لارو اولیه خارج می گردد .

**تغذیه میگوها :** فعالیت تغذیه ای میگوبوسیله غلظت اندک ترکیبات آلی آب تحریک می گردد. این ترکیبات پروتئین و مشتقات آن از قبیل اسیدهای آمینه ، ترکیبات آمونیومی از قبیل تری متیل آمین وترکیبات غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع می باشند . ساختارهای حسی شیمیائی کوتیولار همانند موهای موجود در اطراف سر می تواند این ترکیبات را درغلظت اندک به اندازه $10^{-6}$ مولاررا تشخیص دهد، هرچند که بازه حساسیتی وآستانه غلظت می تواند برای گونه های مختلف جنس پنائیده متفاوت باشد.ساختارهای حسی شیمیائی درانتهای جلوئی بدن برروی آنتولها ، دراطراف ضمائم دهانی ، چنگالها ، آنتن هامتمرکز شده اند. برای تشخیص و مکان یابی غذا ، دیدن اهمیتی ندارد.شکل دیدن در میگو ابتدائی است . در هنگام غذ ا خوردن ، میگو بسرعت بااولین جفت چنگالهای پاهای شنای خود به غذ ا حمله می کنند.موقعیکه غذ ا انتخاب شد ،با استفاده از پریوپودها گرفته شده وبه طرف قطعات دهانی برده می شود (Fast & Lester 1992) قطعات کوچک مستقیما به شکاف پیش دهانی قرار داده می شود در حالیکه قطعات بزرگتر توسط سومین جفت پای دهانی در قسمت دهان نگه داشته می شود تا دستکاریهای لازم بر روی آن صورت گیرد . هر چند بعضی موارد دیگر برای آسیاب وهضم مواد غذائی نیز ممکن است بکار گرفته شود. بعد از وارد شدن غذ ا به پیش روده قابل اتساع ، هضم اولیه شروع می شود . اضافه شدن آنزیم، خرد کردن ، وذخیره سازی غذ ا در پیش روده انجام می گیرد. غذ ا بسرعت از پیش روده گذشته وتخلیه می گردد. در این قسمت مقداری غذ ا هضم شده سپس وارد روده میانی شده که

عملیات چند گانه ای از قبیل ترشح آنزیم وجذب موادغذ ائی درآن روی می دهد . آنزیم هایی که از روده میانی ترشح می شود شامل پروتئازها، کریوکسی پپتیدازها ، لیپازها ، آمیلازها ، کیتینازها ودیگر آنزیم ها خواهد بود . برای یعضی از گونه های خانواده پنائیده تغییر پروفیل سیستم آنزیمی با توجه به سابقه غذ ائی امکان پذیر است . فلور روده منبع مهمی از آنزیم های گوارشی خانواده پنائیده می باشد .در حالیکه بیشتر غذ اهای محلول هضم شده در روده میانی جذب می گردد ، مواد هضم نشده از روده پسین که لوله ای ساده و طویل می باشد ،گذشته ولایه های ماهیچه ای مواد زائد را گرفته و با غشا پری تروفیک و انقباضهای هماهنگ ، مدفوع را به خارج می فرستد . میگوها ی خانواده پنائیده مواد گو ناگونی را هضم نموده و به عنوان همه چیز خوار ، گیاهخوار فرصت طلب ، دتریت خوار ، گوشتخوار و شکارچی مطرح هستند. هر چند ممکن است بعضی تفاوتهای بین گونه ا ی در وضعیت تغذیه ای پنائیده وجود داشته باشد . پست لاروهای اپی بنتیک و جوانهای غیر مولد هم از مواد گیاهی وهم از جانوران مصرف می کنند که شامل جلبکهای ریز ، دتریت ها ، ماکروفیتها ، فورامینیفرا ، نماتودها ، کپه پوداها ، لارو نرم تنان می شوند. به موازات اینکه میگو رشد می کند، بعضی از بیمهرگان ریز در جیره جای خودرابه بیمهرگان بزرگتر همانند میزید ها ، آمفیپدها ،پلی کتها ونرم تنان می دهند. همچنین میگوهای بالغ ونزدیک به بلوغ مقدار زیادی دتریت وهمراه آن را مصرف می کنند .باتوجه به منبع دتریت وسن میگو ، دتریتها بطور موثری مورد استفاده قرار می گیرند. مشارکت نسبی ذرات دتریت به ازای جذب میکروب (باکتری وپروتوزوا ) در تغذیه میگو ناشناخته است .دتریت ها اغلب از تولید کنندگان اولیه منشاء می گیرند و از پلی ساکاریدها وپلیمرها تشکیل شده اند توانائی هیدرولیز این مواد در بیمهرگان دریائی کم بوده ودر میگوها ی پنائیده ناشناخته است . دراکوسیستمهای دریائی ولب شور، باکتریها به سرعت کلنی تشکیل داده ودتریت هارا تخریب می کنند وچنین تصور می شود که درجیره غذائی پنائیده مهم باشند . بررسی های اخیر نشان داده است که بیومس باکتری همراه دتریتها ویا در رسوبات ، بخش نسبتا کوچکی ازکل کربن ونیتروژن آلی را تشکیل می دهد .جانورانی که معمولا این منابع باکتریائی را مصرف می کنند ، آنها را برای رفع سریع نیازهای خود استفاده نمی کنند . باکتریها فاقد اسیدهای چرب چند غیراشباع ، استرولها واسیدهای آمینه گوگرد دار، متیونین میباشند ، این موارد برای میگوهای پنائیده ضروری است (Fast & Lester 1992).

پروتوزوئرها و بالاخص مژکداران از تغذیه کنندگان با اهمیت در زنجیره های غذ ائی پلانکتنی بوده و بخش بزرگی ازبیومس باکتریائی را مصرف کرده و انرژی حاصل را به سطوح بالاتر زنجیره غذ ائی منتقل می کنند. پروتوزوئرها اسیدهای چرب با زنجیره طولانی غیر اشباع را سنتزکرده و برای میگوهای خانواده پنائیده غذ ای مناسبی فراهم می آورند . قارچها درتوالی دتریت اکوسیستم های دریائی و لب شور نقش اندکی داشته و احتمالا در تغذیه میگو بی اهمیت می باشند (Fast & Lester 1992) .

میگوهای پنائیده که در نواحی مانگرو و مردابهای نمکی ساکن می باشند ، از ماکروفیتها و دتریت های حاصل از آنها و میکروبهای هتروتروفیک همراه آنها بخش اندکی از کربن مورد نیاز خود را بدست می آورند . در

عوض بخش قا بل توجهی ازکربن بیومس نهائی میگو از جلبکهای ریزکوچک ، جلبکهای اپی فیتیک و بنتیک تهیه می شود . جلبکهای ریز یا موجوداتی که از آنها تغذیه می کنند منبع مهمی از غذ ای میگوهای پنائیده در زیستگاههای ساحلی می باشند(Fast & Lester 1992) .

## ۲-٤-۱- نیازهای غذایی میگو

**پروتئین :** پروتئین مهمترین مواد آلی است که ۷۵-۶۵٪ وزن خشک موجود را تشکیل می دهد . اگر پروتئین به مقدار زیادتر از نیاز در جیره غذ ائی لحاظ گردد ، مازاد آن یا به مصرف انرژی رسیده ویا دفع می گردد (Akiyama et al , 1992) . جیره میگو بایستی سطح بالائی از پروتئین داشته باشد . بطورکلی پست لارو میگو نیاز پروتئینی بیشتری از بالغین دارد . سطوح موردنیاز پروتئینی میگو از ۵۷-۳۰٪ در گونه ها واندازه های مختلف متغیر است .

میگو در جیره غذ ائی خود به اسید های آمینه ضروری و غیر ضروری نیاز دارد . میگو نمی تواند اسیدهای آمینه ضروری را به مقدار کافی سنتز نماید . اسید آمینه غیر ضروری بسرعت ودرحد بهینه رشد جانور توسط میگوسنتز می گردد (Akiyama et al , 1992) . اسیدهای آمینه ضروری میگو متیونین ، آرژنین ، ترئونین ، تریپتوفان، هیستیدین ، ایزولوسین ، لوسین ، لیزین ، والین و تریپتوفان می باشند . لیزین وآرژنین درجیره یک رابطه آنتا گونیسمی دارند که موجب کاهش رشد میگردد . نسبت لیزین: آرژنین باید در ۱:۱یا ۱:۱.۱ نگه داشته شود .نسبت بین اسیدها ی آمینه لوسین ، ایزولوسین و والین باید کنترل گردد.

ارزش تغذیه ای اسیدهای آمینه سنتز شده در غذای دامهای اهلی و ماهی به اثبات رسیده است ، امادر میگو این مهم هنوز قطعی نشده است که این خود ناشی از عوامل چندی است : اولا برای سنتز بهینه پروتئین

اسیدهای آمینه ضروری بایستی درجایگاه سنتز پروتئین همزمان موجود باشند . تفاوت درمیزان جذب اسیدهای آمینه سنتز شده و اسیدهای آمینه متصل به پروتئین ها از حضور توام اسیدهای آمینه مورد نیاز در محل سنتز پروتئین جلوگیری کرده ومانع سنتز پروتئین خواهد شد . ثانیا بدلیل اینکه میگو آهسته تغذیه می کند و اسید های آمینه ضروری با سرعت کمی جذب می گردند . بعد از مصرف شدن غذ ا ممکن است که اسید آمینه برای سنتز پروتئینی باقی نماند (Akiyama et al , 1992).

**چربیها :** مقدار چربی مورد نیاز در غذ اهای تجارتی از ۷.۵-۶٪ متغیر است . مقدار چربی نبایستی از ۱۰٪ تجاوز کند . افزایش چربی موجب اثرات منفی درمیزان بقا ورشد میگو خواهد شد .

اسید های چرب :اسیدهای چرب به عنوان جزئی از فسفولیپیدها وتشکیل دهنده پروستاگلندینها نقش حیاتی خود را ایفا می کنند . بیشترین مقدار اسیدهای چرب ضروری در فسفولیپیدها می باشد . در تراوائی غشاء بیولوژیک، انتقال چربی و فعالیت آنزیم های خاص با اهمیت می باشند . به صورت پیش ماده پروستاگلاندین ها در اعمال فیزیولوژیک و متابولیک متعددی نقش دارند . میگو به چهار اسید چرب ضروری لینولئیک LINOLEIC (ω۶

۱۸:۲)، لینولنیک LINOLENIC (ω۳ ۱۸:۳)، ایکوسا پنتا انوئیک EICOSAPENTAENOIC (ω۳ ۲۰:۵)،ودوکوساهگزا انوئیک DECOSAHEXAENOIC (ω۳ ۲۲:۶ ) نیاز دارد (Jones et al 1979) . مقادیراسیدهای چرب روغن های گیاهی 6 ω ۱۸:۲ و۳ ω ۱۸:۳ بالا بوده ، در حالیکه۳ ω ۲۰:۵ و۳ ω ۲۲:۶ روغنهای جانوری بالا تر است . چربیهای اشباع شده از قبیل چربی خوک وپیه برای غذ اهای میگو مناسب نیستند .

فسفولیپید ها فسفولیپیدهائی که دارای کولین یا اینوسیتول بوده و آنهائی که اسیدهای چرب ضروری دارند موثرترواقع می شوند . تغییر جایگاه اتصال اسید چرب به فسفولیپید موجب تغییر اثربخشی بیشتر آن خواهد شد . میگو اندکی از فسفولیپید مورد نیاز خود را سنتز می کند (Kanazawa et al 1984).مقدار کل فسفولیپید مورد نیاز ۲٪ می باشد . اگر لسیتین ( فسفاتیدیل کولین ) استفاده شده باشد، نیاز به ۱٪ کاهش می یابد . اگر فسفولیپید دارای ۳ ω ۲۰:۵و ۲ ω ۲۲:۶ باشد، فقط ۴٪ مورد نیاز است . جانوران بیمهره دریائی فسفولیپیدهای بالائی دارند . روغن اسکوئید ، میگو و صدف ۵۰-۳۵٪ فسفولیپید دارند .

کلسترول : میگو نمی تواند حلقه های استروئیدی را سنتزنماید . بعضی از استرولها وترکیبات ضروری همانند هورمونهای پوست اندازی ، هورمونهای جنسی ،اسیدهای صفراوی و ویتامین D از کلسترول سنتز می گردند . کلسترول همچنین بعنوان جزئی از غشا در جذب وانتقال اسیدهای چرب نقش دارد . کلسترول بصورت ماده ضروری بایستی در جیره لحاظ گردد (Teshima and Kanazawa 1971).

سطوح مورد نیاز کلسترول در غذای میگو از ۲۵٪ تا ۴٪ تغییر می کند . آرد و روغن بیمهرگان دریائی مانند اسکوئید، میگو ، صدف ،خرچنگ همه منابع غنی کلسترولی می باشند .

**کربوهیدرات :** هنگام کمبود کربوهیدرات ولیپید ، میگو برای برآورده ساختن نیاز انرژتیک خود از پروتئین استفاده می کند . در صورتیکه انرژی کافی دردسترس باشد ، میگو پروتئین رابرای رشد استفاده می کند .کربوهیدرات می تواند پروتئین را بلوکه کند . کربوهیدرات می تواند بعنوان سازنده پیش ماده های متابولیک مختلف که بدون واسطه برای رشد مورد نیاز هستند، یعنی اسیدهای آمینه ضروری ، اسیدهای نوکلئیک ، کیتین و نشاسته ژلاتینه که به اتصال غذ ا کمک میکنند ، بکار روند . هرچند کربوهیدرات برای تغذیه میگو جزء مواد ضروری نبوده ولی سودمندی وارزش آن غیرقابل انکاراست.

**فیبر :** فیبر به مخلوطی از سلولز ، همی سلولز ، لیگنین ، پنتوزان ودیگر بخشهائی که معمولا غیر قابل هضم هستند اطلاق می گردد . آنزیم هضم سلولز ، سلولاز در میگو تشخیص داده شده است . هرچند ،درسطح قابل قبول معنی داری نیست که بتواند عاملی در تغذیه میگو باشد .غذاهای با فیبر بالا ، دفع را افزایش داده ودر نتیجه آلودگی آب را افزایش می دهند.مقدار کل فیبر نبایستی از۴٪ جیره بیشترشود .کیتین پلیمر N–استیل – D– گلوکزامین است که ساختاری مشابه سلولز دارد . کیتین رشد میگو را افزایش می دهد.

مواد معدنی : درحدود ۲۰ ماده معدنی برای میگوضروری تشخیص داده شده است . بعضی مواد در مقادیر زیاد مورد نیازبوده که به آنها ماکرو – مینرال و به بقیه که در مقادیر کمتر مورد نیاز ند ، میکرو- مینرال می گویند . ماکروها شامل کلسیم ، فسفر ، پتاسیم ،منگنز، سدیم ،کلر و گوگرد و میکروها شامل آهن ، مس ، روی، منیزیم ، کبالت ، سلنیم وید می باشند . دیگر مواد معدنی از قبیل نیکل ، فلورین ، وانادیم ، کروم ، مولیبدن وسیلیکون نیز ممکن است مورد نیاز باشند . همانند بیشتر جانوران آبزی ، میگوها می توانند مواد معدنی را مستقیما از محیط آبی از طریق آبشش ها وسطح بدن جذب ویا دفع کنند . بنابراین نیازهای جیره به مواد معدنی به مقدار زیاد به غلظت مواد معدنی محیط آبی که میگو در آن پرورش می یابد ، بستگی دارد .

**آهن :** در آنزیم های مختلف از جمله سیتوکروم ها ، کاتالازها ، پیراکسیدازها و دهیدروژنازها وجود دارد. مقادیر بالای فسفات ، کلسیم ، مس و روی جذب آهن را تحت تاثیرقرار می دهند . پودر خون ، مواد محلول خشک شده ، پودر خرچنگ ،آرد ماهی از منابع تامین آهن می باشند .معمولا آهن به صورت گلوکونات فرو و سولفات فریک یافت می شود . سطح مورد نیاز آهن تجارتی ۳۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم غذا می باشد ، هرچند که معمولا در غذ ای میگو به افزودن مکمل آهن نیاز نیست .

### ۳-٤-۱- فتوبیوراکتور

جلبکهای تک سلولی را در جهان با هدفهای گوناگون پرورش می دهند . اینگونه اهداف طیف وسیعی از فعالیتهای مختلف اعم از تولیدات داروئی تا غذای انسان و لاروهای آبزیان را در بر می گیرد . البته می توان تولیدات جلبک را چند منظوره برنامه ریزی نمود تا بتوان تولید اقتصادی و مناسبی را برنامه ریزی نمود . یکی از روشهای تولیدات چندگانه که فتوبیوراکتور ( بیوفنس) موسوم است می تواند تولیدات جلبکی را به منظور تصفیه پسآب بکار گیرد. در این فن آوری تصفیه پسآب با استفاده از جلبکهای میکروسکوپی صورت می گیرد. این نوع تجربه در سطح جهان انجام و در حد تولید تجارتی است ولی در ایران برای بار اول به مرحله اجرا در می آید .

میکرو ارگانیسم های فتو تروفیک به اشکال تجاری در دسترس قرار دارد. جلبکهای تک سلولی را برای ساخت بتا کاروتن ، استا گزانتین و ... مورد استفاده قرار می دهند. بیومس جلبکی را به عنوان ماده مکمل غذائی یک محصول تجاری است. امروزه تولید جلبک با دو مشکل اصلی روبرو است:

اول اینکه بخش بزرگی از تولید موجود در سیستمهای باز ایجاد می گردد(مانند استخرهای روباز) . سیستم های باز برای آلوده شدن بوسیله دیگر سویه های جلبکی و آفات مستعد هستند بنا براین تنها جلبکها با نیازهای رشد ویژه می توانند در این سیستمها رشد نمایند. بدین ترتیب برای جلبکی مانند Dunaliella که برای تولید بتا کاروتن در شرایط آب شوری پرورش داده می شود که برای اکثرگونه های دیگر مناسب نمی باشد.

دوم اینکه هزینه های تولید بیومس جلبکی نسبتا بالاست (بیشتر از ۲۰۰۰ دلار آمریکا برای تولید یک متر مکعب). به همین دلیل تولید تجاری برخی موارد مخصوصا در بخش انرژی و یا بخش حمل و نقل ، مقرون به صرفه نخواهد بود. این افزایش زمانی بیشتر خود را نشان می دهد که جهت پرهیزاز آلودگی از سیستمهای بسته بجای سیستمهای باز استفاده شود. در کنار سیستمهای باز، هم اکنون مقادیر معتنابهی از انواع فتوبیوراکتورها مورد استفاده قرار می گیرند. راکتورهای لوله ای که یک یا چند لوله موازی تشکیل شده اند، و یا اینکه لوله ها به طور مارپیچ در اطراف استوانه و یا مخروطی (biocoil) پیچیده شده اند.از معروفترین بیوراکتورها هستند. فراتر از این غالبا از راکتورهای مسطح استفاده می شود. چنین راکتورهائی سطح مایع عمودی را برای پرورش جلبک فراهم می آورند(Berson,X., 1989)

چالش اصلی در تولید انرژی و مواد شیمیائی از جلبکها ، احتمال آلودگی و هزینه بالای تولید بیومس جلبکی است. همچنین چالش اصلی در تولید مواد شیمیائی ارزشمند مانند مکملهای تغذیه ای، ویتامینها، اسیدهای چرب امگا ۳ ، آنتی اکسیدانها (مانند کاروتنوئیدها) ، مواد داروئی یا مکملهای تغذیه ای از جلبکها موارد فوق یعنی هزینه بالا و احتمال الودگی است. چالشهای مشابهی در هنگا م پرورش جلبک به منظور تولید بیوفول ، تغذیه حیوانی ، تولید اسیدهای آمینه ، تولید متان و غیره نیز روی می دهد.

وسیله ای را برای پرورش جلبک ارائه می دهد به نحوی که مایع حاوی جلبک در ظروف رشد قرار گرفته تا ذخیره گازی از جمله $CO_2$ تامین گردد. در یک اختراع ظروف از پلاستیک دوبل تهیه شده که تولید کیسه کرده است. در یک اختراع چنین گفته شده است روش مناسب برای تولید چلبک در آب شور دریاست که کیسه های پلاستیکی متصل به هم را بطور افقی در سطح آب شناور می سازند. در شکل دیگر بیوراکتور پیشنهادی مجموعه ای از لوله هاست که بر سطح آب قرار گرفته که نخستین گروه از لوله های قابل انعطاف شفاف را تشکیل می دهد ومحیط کشت سیر کوله شده گروه دوم از لوله ها ی غیر مسطح آماده سازی شده و با اتصالات Y شکل به لوله های زیر خود با رعایت فواصل متصل هستند. بر طبق این سند ، موقعیکه درجه حرارت محیط کشت به بالای درجه حرارت مطلوب فتو بیوراکتور برسد ،فتو بیوراکتور از طریق لوله های گروه دوم تولید خود را بالا خواهد برد. برعکس، موقعیکه درجه حرارت محیط به زیر حد درجه حرارت کاهش پیدا کند ، لوله های گروه دوم توسط کمپرسور هوا انبساط می یابد. همچنین می توان شناوری دستگاه را بوسیله افزودن مایع نسبتا سنگین به درون لوله های سری دوم تضمین کرد . ضمن اینکه شناوری را می توان با تزریق سیالی سبک تر از هوا ایجاد نمود.

از آنجائیکه پرورش در مقیاس بزرگ میکرو ارگانیسم ها خیلی هزینه بر است ، تقاضا برای ایجاد سیستم های ساده تر و ارزان تر رو به افزایش است.

فتو سنتز یک پدیده تبدیل انرژی خورشیدی و دی اکسید کربن به مواد هیدروکربنی اولیه است. اکسیژن محصول جنبی تبدیل بیو شیمیائی است. این تبدیلات را می توان به شکل زیر نشان داد:

$$6.14\ CO2 + 3.65\ H2O + NH3 \longrightarrow C6.14H10.3O2.24N + 6.85O2$$

نیتروژن به شکل نیترات ، اوره نمکهای آمونیومی به محیط مایع حاوی میکروارگانیسم ها منتقل می شود.
محیط کشت و توسعه میکرو ارگانیسم ها فتو سنتز کننده به فتو بیوراکتور منتقل می شود.جهت اطمینان از یک عملیات خوب و توسعه بهینه میکرو ارگانیسم ها ضروری است که تعداد ی از پارامترها کنترل گردند.
مخصوصا محیط مایع حاوی میکرو ار گانیسم ها بایستی مستمرا با CO2 و نیتروژن تغذیه گردند. نیتروژن و دی اکسید کربن باید در یک حد اپتیمم جهتمحیط کشت و رشد میکروارگانیسم ها نگهداری شوند. در همین راستا ، درجه حرارت مایع کشت میکروارگانیسم ها ، شوری آنها ، غلظت سلولهای فتوسنتیک به همان خوبی pH باید بدقت تنظیم شوند.
جهت بدست آوردن تنظیم حرارتی خوب برای محیط کشت ، ضروری است هر نوع گازی در لوله های فتو بیوراکتور حذف گردد. هر نوع گاز ثابت بالاخص اکسیژن حاصل از فتوسنتز برای عملیات فتو بیوراکتور مضر است. بدین ترتیب ضروری است گازها مخصوصا اکسیژن مستمرا از لوله ها خارج شوند.
با قرار دادن کلیه بخشهای فتوبیوراکتور لوله ای در زیر آب ، خنک سازی سیستم صورت می گیرد. وجود محلهای حاوی هوا درون لوله ها فرو بردن لوله ها را در زیر آب مشکل و یا غیر ممکن می سازد. و اگر این امر صورت نگیرد ، افزایش نا خواسته ای از نظر درجه حرارت در لوله ها بخاطر تابش خورشید صورت می گیرد. این پدیده موجب خشک شدن میکرو ارگانیسم ها بر روی دیواره داخلی لوله های غیر خنک می گردد. بدین ترتیب لایه میکرو ار گانیسم های جامد خشک شده استفاده از انرژی خورشید را کمتر می نماید. فراتر از این وجود اکسیژن در لوله ها می تواند مانع پرورش جلبک در لوله ها و حتی به نوعی مانع از رشد آنها خواهد شد. ضروری است تا ادوات فتو بیوراکتور به گونه ای آماده سازی شوند که در جهت تولید میکرو ارگانیسم ها از وجود هر نوع گاز و مخصوصا اکسیژن درون لوله های حاوی محیط کشت میکرو ارگانیسم ها جلوگیری شود. برای جلوگیری از تداخل محتوای گازی با محتوای لوله های فتو بیوراکتور، تمهیداتی در نظر گرفته می شوند تا اختلاط و تمیز نمودن لوله ها را با اصطکاکی که در سطح لوله ها ایجاد می نمایند را تسهیل نمایند. یکی از این روشها استفاده از توپهای پلاستیکی در لوله های حاوی محیط کشت می باشد. معمولا این روشها به همراه چرخش آب اجرا می گردند. لازم به ذکر است که خروج صد در صدی گازها از سیستم امکان پذیر نمی باشد. در این سیستم از شیرهای تخلیه هوا که در بالای هر کلکتور تعبیه شده بود ، استفاده شد. جهت اجرای خوب فتوبیوراکتور حداقل یک مولد کربناتی باید پیش بینی شود تا به سیستم متصل بوده و بتواند محیط کشت مایع را با CO2 مورد نیاز تغذیه نماید. این مولد می تواند با افزودن مستقیم مواد و یا با استفاده از سیستمی باشد که مواد را بدرون سیستم تزریق نماید. بعضا مولد کربناتی را با استفاده از ستون هائی مدیریت می کنند بدین ترتیب دو ستون را اختیار نموده که هر ستون محیط مایع را با دی اکسید کربن دریافت نموده و ستون تخلیه با ستون ورودی مرتبط می باشد به نحوی که دی اکسید کربن بتواند محیط کشت را بارور سازد. یک ستون برای شروع

عملیات فتو بیوراکتور حداکثر شارژ محیط کشت را با دی اکسید کربن فراهم میآورد و ستون دیگر از ورود دی اکسید کربن اضافی بدرون فتو بیوراکتور جلوگیری می کند. ودر صورتیکه از هوا به عنوان منبع دی اکسید کربن مورد نیاز سیستم استفاده شود، اهمیت ستون دوم بیشتر می شود. پیش بینی یک تانک انبساط و یا سیستمی متصل به فتو بیوراکتورنیاز می باشد تا بتواند تغییرات احتمالی حجم و کیفیت مواد فتو بیوراکتور را خنثی سازد و pH مناسب را در اختیار سیستم قرار دهد.تانک انبساط باید به گونه ای باشد که مواد آلی و میکرو ارگانیسم ها درون آن متجمع نگردند. بهتر است این تانک با توجه به موجود پرورشی نسبت به نور مدیریت شده و گوشه های گرد داشته باشد. شکل و پوشش مناسب این تانکها دو هدف بزرگ را برآورده می سازد. اول اینکه رقابت در تجمع بیومس را با وجود تخخمیر بی هوازی امکان پذیر می سازد. دوم اینکه از تشکیل زونهای مرده و آلودگی حاصل از میکرو ار گانیسمهای مضرکه به نور حساس هستند، جلوگیری می نماید. فراتر از این در حالات خاص ، شکل تانک وضعیتی ایجاد می کند که می تواند در هنگامیکه تانک با محیط کشت پر شده و سیرکولاسیون و رسوب گذاری آن قطع شده باشد به صورت کلاریفایر مورد استفاده قرار گیرد.

تهیه و اجرای پایلوت بیوتکنولوژی جلبک به منظور دستکاری در ترکیب شیمیائی جلبک برای ایجاد ترکیبات شیمیائی وبیوشیمیائی از قبیل اسیدهای چرب سنگین ، سموم وغنی کردن جلبک برای پرورش لارو ماهیان ، میگوها ، نرم تنام و سخت پوستانی از قبیل آرتمیا

تولید جلبک با روشهائی بسته که کارائی بیشتری از روشهائی دارند که با سیستم باز دخالت مستقیم انسان در آنها بیشتر است . در این روش تولید زیادتر بوده و آلودگی کمتر از سیستمهای باز می باشد .

طراحی بیوفیلترهای نوری که می تواند جایگزین و یا مکمل بیوفیلترهای موجود گردد. هم اکنون در جهان از این بیوفیلترها بطور روز افزون استفاده می گردد .

## ۲-مواد و روشها

### ۲-۱- اجزای سیستم

**لوله های شفاف :**

این لوله ها با قطر خارجی ۳۰ میلیمتر و قطر داخلی ۲۵ میلیمتر با ۲۰۰ سانتی متر طول از جنس پلکسی گلاس استفاده گردید. به منظور اتصال بهتر لوله ها با یکدیگر ۹ عدد کلکتورهای از جنس پلکسی گلاس با ابعاد ۸*۸*۴۶ سانتیمتر و ۲ عدد کلکتور با ابعاد ۸*۸*۲۴ سانتی متر استفاده گردید . در طول هر کلکتور تعداد ۶ عدد سر شیلنگی شماره ۳۰ استفاده شد که لوله های شفاف با استفاده از قطعات شیلنگ ۱۰ سانتی متری با استفاده از بستهای مناسب به هم متصل گردید . کلکتورهای ورودی و خروجی سیستم از قطعات کوچک بوده و نه عدد کلکتور دیگر در نه نورگیری سیستم مورد استفاده قرار گرفت . جهت استقرار لوله ها و کلکتورها از سطح مستوی با طول ۴۰۰ سانتی متر در ۲۵۰ سانتی متر استفاده شد . برای ایجاد این سطح ازنبشیهای با پهنای ۸ سانتی متراستفاده گردید . این سطح با زاویه ۶۰ درجه نسبت به سطح افق مستقر گردید .

**تصویر شماره ۱ : بخشی از سیستم فتوبیوراکتور**

## نور :

۱-جهت استقرار لامپهای مهتابی با استفاده از نبشی ۳ سانتی متر چهرچوب فلزی به ابعاد ۴۰۰*۲۵۰ سانتی متر استفاده گردید . جهت سهولت بهتر جابجائی و تنظیم نور مناسب ، با اتصال چرخها ئی سیستم نوری قابلیت تحرک یافت .

۲- جهت تامین نور مورد نیاز از۳۴ عدد لامپ مهتابی معمولی ۴۰ وات استفاده گردید . میزان نور تنظیم شده ۶۰۰۰ لوکس بوده است . با میزان تشعشع نوری ۶۲۵۰ لوکس

۳- طول دوره نوردهی در پنج روز اول ۱۸ ساعت نوردهی و ۶ ساعت تاریکی بوده است که در روزهای بعد به ۱۲ ساعت نوردهی و ۱۲ ساعت تاریکی تغییر یافت .

**تصویر شماره ۲ : نمائی از پرورش جلبک در سیستم فتوبیوراکتور**

## پمپ :

برای راه اندازی این سیستم سه نوع پمپ در مدار قرار گرفت :

۱- پمپ Pedrrola Pkm 60 با Q:5/40 لیتر بر دقیقه با H: 38/5 وبا قدرت ۳۷/. کیلو وات .

۲- پمپ pedrollo cpm 170 با Q: 30/120 لیتر بر دقیقه و H:38/41 و با قدرت ۱/۱ کیلو وات .

۳- پمپ Grundfus 110 با H: .7/12 متر

**شکل شماره ۳ : بخشی از پمپهای مورد استفاده در سیستم فتوبیوراکتور**

## کنترلها :

جهت کنترل تغییرات فشار در سیستم از فشار سنجهای های مختلف استفاده گردید .

۱- فشار سنجی که فشار خروجی پمپ را نشان می دهد از نوع weike با میزان ۶-۰ اتمسفر می باشد .

۲- فشار سنج تنظیم فشار اکسیژن در ورودی گاز به راکتور تولیدی شرکت گازهای طبیعی ایران با ظرفیت ۱۷-۰ لیتر بر دقیقه می باشد .

۳- فشار سنج کپسول اکسیژن از نوع Oxygene 30- OG با تحمل فشار درونی ۲۰۶ بار و فشار خروجی ۲ بار استفاده گردید

۴- فلومتر : جهت جریان سنجی از فلومتر هنریش آلمانی با محدوده بازه ۵./. تا ۵/. مترمکعب در ساعت استفاده گردید.

**شکل شماره ٤: نمائی از سیستم های کنترلی و ادوات مورد استفاده در سیستم فتو بیوراکتور**

## سنسورها :

اکسیژن متر آزمایشگاهی WTW – inolab level 2

PH متر آزمایشگاهی WTW – inolab level

هدایت سنج WTW Cond 340 I

**شکل شماره ٥ : بخشی از سنسورهای مورد استفاده در سیستم فتو بیوراکتور**

## ادوات آزمایشگاهی :

همزن مگنت دار FLAC

۱- اتو کلاو

۲- ظروف آزمایشگاهی

۳- ترازوی دیجیتال با دقت ۰۰۰۱/. گرم

برای راه اندازی این سیستم از جلبک *Chlorella sp.* استفاده گردید . این جلبک از مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان و از آزمایشگاه رفرنس سرکار خانم دکتر فلاحی تهیه گردید . با توجه به حجم آبی سیستم مورد استفاده در شروع آزمایش تراکم جلبک ۳عدد در هر میلی لیتربوده است . ذخیره سازی در بعداز ظهر روزسه شنبه ۱۳۸۳/۱۱/۱ صورت گرفت . در این روز محیط کشت ساتو با ترکیب ذیل به ازای هر لیتر آب موجود به مقدار ۲ سانتی متر مکعب افزوده گردید .

محیط کشت ساتو : این محیط از پنج محلول زیر تشکیل می گردد :

**شکل شماره ٦: نواد مورد استفاده در محیط کشت ساتو**

**شکل شماره ۷ : ترکیب وزنی مورد استفاده در محیط کشت ساتو**

هفت ماده فوق را در یک لیتر آب مقطر حل نموده که به رنگ زرد طلائی در خواهد آمد .

جهت ساخت محیط ساتو از محلول شماره یک ۱۰ سانتی متر مکعب ، از محلول شماره دو ۱۶۸ سانتی متر مکعب ، از محلول شماره سه یک سانتی متر مکعب ، از محلول شماره چهار ۴ سانتی متر مکعب و از محلول شماره پنج یک میلی لیتر مکعب را در یک لیتر آب مقطر حل نموده و به ازای هر لیتر دو سانتی متر مکعب از محیط فوق افزوده شد . ویتامینها ی B6 و B12 درمقادیر اندک به محیط افزوده شد .

- لام هماتوسیتومتر

دراین پژوهش ازلام هماتوسیتومتر (تصویر ۷) برای شمارش سلولهای جلبک استفاده گردید (۱۰۴). بطور کلی این لام برای شمارش سلولهائی با قطر ۳۰- ۳ میکرون و تراکم $۵\times۱۰^{۷}$ سلول در هر میلی لیتراستفاده می گردد . قسمت H شکل آن دو منطقه شمارش راتشکیل می دهد وبا قرار گرفتن لامل مخصوص بر روی آن هر منطقه شمارش محفظه ای تشکیل می دهد که عمق آن ۱/.میلی متراست . مساحت کل هر محفظه ۹ میلی متر مربع می باشد .چهار مربع کناری (۱×۱ میلی متر) به ۱۶ مربع کوچکتر تقسیم می شوند . مربع مرکز(۱×۱ میلی متر) به ۲۵ مربع تقسیم شده که هر مربع مساحتی برابر ۰۴/. میلی متر مربع (۲/.×۲/.میلی متر) دارد . شمارش ها در دو حالت کلی زیر انجام پذیرفت :

الف : برای شمارش سلولهائی که کوچکتر از ۶ میکرون بوده ویا سلولهائی که تراکم بالائی دارند مانند جلبکهای کتوسروس وکلرلا ، از پنج مربع از مجموع ۲۵ مربع مرکزی برای شمارش استفاده شد .

$$\text{تعداد سلول درهر میلی متر} = \frac{R * ۱۰^{۶}}{۴}$$

R = میانگین تعداد ۵ بلوک شمارش شده

ب : برای شمارش سلولی جلبکهای اسکلوتنما وتتراسلمیس که از ۶ میکرون بزرگتر می باشند ، از چهار مربع کناری استفاده شد . بعد از شمارشهای اولیه با استفاده از فرمولهائی که درذیل بیان می شوند نسبت به محاسبات لازم اقدام گردید . با توجه به طول سلولهای جلبک ( کوچکتر یا بزرگتر از ۶ میکرون ، فرمولهای ذیل مورد استفاده قرارگرفت :

$$\text{تعداد سلول درهر میلی لیتر} = \frac{۱۰^{۴} * R}{\text{تعداد بلوکها}}$$

=میانگین تعداد ۴ بلوک شمارش شدهR

در هنگام استفاده از لام هماتوسیتومتر نکات ذیل رعایت شده است :

۱)لوله های آزمایش علامت گذاری می شدند .

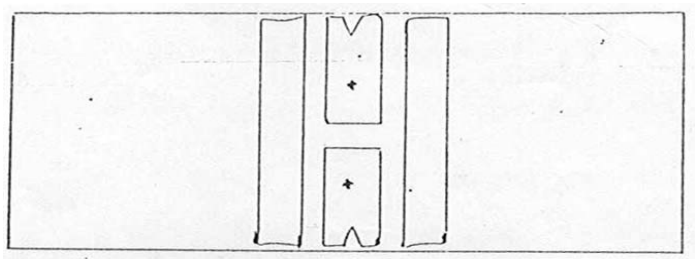
۲)حجم نمونه ها ی جلبکی ۵ میلی لیتر بود .

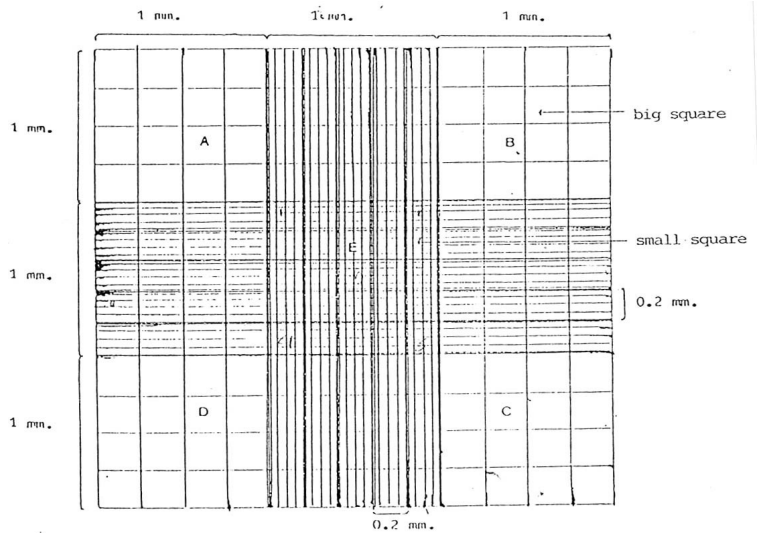
۳) به نمونه ها یک تا دو قطره فرمالین۴٪ اضافه گردید .

۴) چند دقیقه پس از افزودن فرمالین شمارش تعداد جلبکها انجام می گرفت .

۵) پس از هربار استفاده لام با آب ومواد شوینده کاملا تمیز شسته می شد .

۶) در هنگام استفاده لامل مخصوص را دقیقا بر روی ناحیه خط کشی شده قرار داده و با استفاده از پیپت پاستور شکل ریخته و دقت بعمل می آمد حباب تشکیل نشده و Hیا قطره چکان ، یک قطره نمونه جلبکی در قسمت توزیع سلولها به خوبی انجام گرفته باشد (۱۹۵،۷۵) .






**شکل شماره ۸: لام هماتوسیتومتر**

## ۳-نتایج

راه اندازی سیستم پایلوت بیوتکنولوژی جلبک به روش فتوبیورآکتور به منظور دستکاری های یوتکنولوژیک جلبکهای صنعتی

راه اندازی پایلوت بیوفیلترهای شیشه ای به منظور احداث بیوفیلترهائی که تصفیه پساب پرورش ماهی را با استفاده از جلبک انجام می دهد.

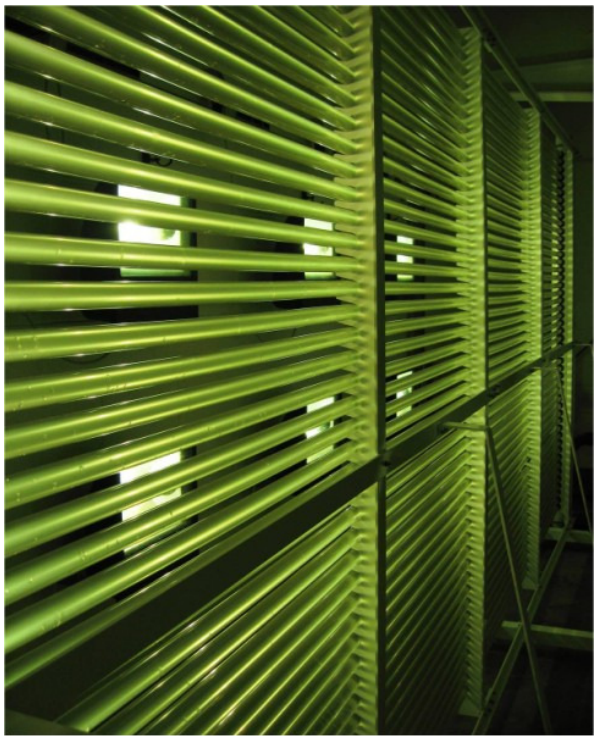
ایجاد اولین سیستم پرورش جلبک در ایران که می تواند پرورش ماهی را به صورت کاملا بسته و بدور از دستکاریهای انسان و با کمترین بار آلودگی و با راندمان بالا به انجام برساند .

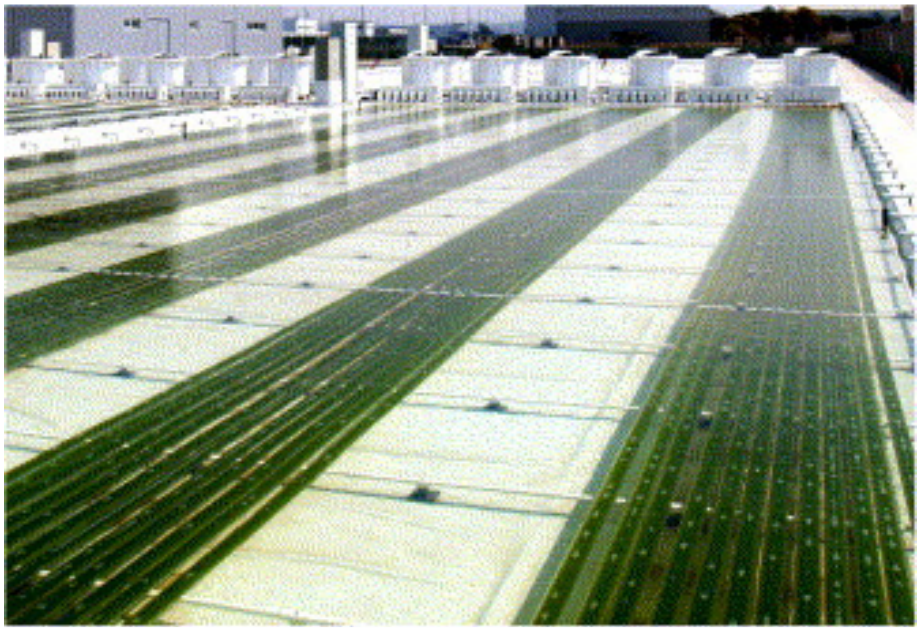
تولید جلبک کلرلا با راندمان ۱۶،۰۰۰،۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر

## ٤-بحث و نتیجه گیری

تولید جلبک در جهان به روشهای متعددی انجام می پذیرد . با روشهای گوناگون مورد استفاده در پرورش راندمان تولید متفاوت می باشد . بالاترین میزانی که جلبک کلرلا در ایران تولید شده است به مقدار ۵ میلیون سلول جلبک در هر میلی لیتر بوده است . با استفاده از سیستم فتو بیوراکتور میزان تولید ثبت شده ۱۶،۰۰۰،۰۰۰ سلول در هر میلی متر مکعب بوده است که راندمانی در حدود ۳۰۰٪ تولید در شرایط ایران بوده است .

از سوی دیگر جلبکها موجوداتی ابتدائی بوده که تغییرات شرایط محیط شیمیائی ، فیزیکی و بیولوژیکی را در ترکیب شیمیائی خود منعکس می سازند . یکی از مظاهر این توانائی ، کاهش آلاینده های آبزیان با استفاده از جلبک می باشد . پس از راه اندازی سیستم فوق مقدار نیتریت حاصل گاها صفر و زیر بازه آلاینده می باشد. برای اینکه میزان نیتریت در این سیستم به مقدار ۵../. میلیگرم در لیتر برسد که آنهم برای پرورش ماهی خطر آنچنانی ندارد ، می تواند پنج برابر بیومس خود آلاینده های از این نوع را در خود بپذیرد . این مقدار توانائی بالای سیستم را در تصفیه پسآب بوسیله فتوبیوراکتور را به اثبات می رساند .





## منابع


حسینی،سید عباس.مخدومی،نورمحمد.حسن نیا،محمدرضا.(۱۳۸۰). طرح کشت خالص گونه های با اهمیت جلبک شرق مازندران. مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران

- Abdel-Rahman, S. H., Kanazawa, A. and Teshima, S. 1979. Effects of dietary carbohydrate on the growth and the levels of the hepatopancreatic glycogen and serum glucose of prawn. Bull. *Jpn Soc. Sci. Fish., 45:1491-1494.*
- Akiyama , D . M. , Dominy , W. G., Lawrence , A. L. , 1992 , Penaeid Shrimp Nutrition , in " Marine Shrimp Culture " , Fast , A. W. , Lester L. j. Elsevier 1992
- Berson,X.,Bouyssou,M., Castel,Yves,C., Chaumont,D., Gudin,C., 1989, Apparatus for the Intensive, Controlled Production of Microorganisms by Photosynthesis, U.S. Patents
- Borowitzka , M . A . , 1997 , Microalgae for aquaculture : Opportunities and constraints , Journal of Applied Phycology 9 : 393- 401 , 1997 . Kluwer Academic Publisher , Printed in Belgium .
- Brown , M. R. , Jeffry , S. W. , Garland , C. D. , 1989, Nutritional Aspects of Microalgae used in Mariculture , a literature review , CSIRO Marine Laboratory ,Report 205 , Australia 1989 .
- Brown, M.R.& Jeffrey , S.W.& Garland, C.D.Nutritional aspects of micro algae used in mariculture; a laterarure review. Entry . 1989.
- Deshimaru , O. 1981. Studies on nutrition and diet for the prawn, *Penaeus japonicus. Mem. Kagoshima Prefect. Fish. Exp. Stn,* 12:1-18.
- Deshimaru, O. and Yone, Y., 1978. Studies on a purified diet for prawn-XII: Optimum level of dietary protein for prawn. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 44: 1395.
- Enright , C. T., Newkirk, G. F., Craigie, J. S. and Castell, J. D. 1986, Growth of juvenile *Ostrea edulis* L. fed *Chaetoceros gracilis* Schutt of varied chemical composition. j. *Exp. Mar. Biol. Ecol.,* 96: 15-26.
- Fabregas, J. and Herrero, C. 1986, Marine microalgae as a potential source of minerals in fish diets. Aquaculture, 51: 237-243.
- Fast , A. W. , Lester L. j.,1992 , Marine Shrimp Culture , Elsiver 1992
- Fox , J.M., 1983 , Intensive algal culture techniques , In CRC handbook of mariculture. Volume I , Crustacean Aquaculture , McVey ,J,P. (Ed.) . CRC Press , Inc., Boca Raton , Florida , USA pp 43-69, In "Lavens , P., Sorgeloos , P., 1996 , Manual on the production and use of live food for aquaculture , Artemia Reference Center , FAO"
- Fogg , G.E., (1975) , Algal Cultures and phytoplankton Ecology.
- Fukami , K. , Nishijima , T. , Ishida , Y., 1997 , Stimulative and inhibitory effects of bacteria on the growth of micro algae , Hydrobiologia 358 : 185- 191
- Gatesoupe , F . J. , 1999 , The use of Probiotics in Aquaculture , Aquaculture , 180
- Gatesoupe , F. J., 1991 , The effects of the three strains of lactic bacteria on the production rate of rotifers, *Brachionus plicatilis* , and their dietry value for larval turbot , *Scophthalmus maximus* . Aquaculture 96, 335-342
- Gatesoupe , F. J., 1989 , Further advances in the nutritional and antibacterial treatments of rotifers as food for turbot larvae , *Scophtgalmus maximus* L. In : Jaspers , E., Ackefors , H . , Wilkins , N., (Eds. ) , Aquaculture – A Biotechnology in Progress . European Aquaculture Society , Bredene , Belgium , pp. 721-730
- #Hassan ,H.,1982.The Larval Development of *Rser1'lisulcatus* Reared in the Laboratory.J.of plankton Research.4(1):1-17
- Intriago , P. and Jones , D . A.,1993 , Bacteria as food for Artemia , *Aquaculture* , 113 : 115-127 ,
- Jones, D. A , Kanazawa, A. and Ono, K. 1979, Studies on the nutritional requirements of the larval stages of Penaeus japonicus using microencapsulated diets. Mar. *Biol.,* 54: 261-267.
- Jones, D. A., Kurmaly, K. and Arshad, A. ,1987, Penaeid shrimp hatchery trials using microencapsulated diets. Aquaculture, 64:133-146.
- Kamei , Y., Yoshimizu ,M ., Ezura , Y., Kimura , T ., 1997, Screening of bacteria with antiviral activity from freshwater samonid hatcheries . Microbial . Immunol .32, 67- 73 , in "Review The use of probiotics in aquqculture " , Gatesoupe , F. J. ,1999 , Aquaculture 180 : 147- 165

- Kanazawa , A., Teshima, S. and Ono, K., 1979, Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp. Biochem. Physiol.,* B63: 295-298.

- Kanazawa, A., Teshima, S. and Sasaki, M. ,1984, Requirements of potassium, copper, manganese and iron. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.,* 33: 63-71.
- Kissling , A., 1993, Nutritive value of two bacterial strains of single – cell protein for rainbow trout , Aquaculture 109 : 119-130
- Kozasa , M., 1986 , Toyocerin ( *Bacillus toyoi* ) as growth promotor for animal feeding , Microbiol . Aliment . Nutr . 4 , 121-135
- Lavens , P., Sorgeloos , P., 1996 , Manual on the production and use of live food for aquaculture , Artemia Reference Center , FAO
- Lavens, P. and Sorgeloos. (1996) Manual on production and use of live food for aquaculture. Lab of Aquaculture and Artemia. Artemia Research Uuivetsity of Ghent Belgium Published by F.A.O of the United Nation.
- Maeda , K ., Liao , I.C., 1992 , Effect of bacteria population on the growth of a prawn larvae , *Penaeus monodon* , Bull . Nalt ,Res . Inst . Aquacult . 21: 25-29
- Persoone , G. and P. Sorgloos. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of Artemia. p. 3-24. *In* brine shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Persoone G., P. Sorgeloos, O. F and E. Jaspers (Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium. 456 p.
- Riquelme , C ., Fukami , K., Ishida , Y., 1988, Effects of bacteria on the growth of a marine diatom , Asterionella glacilis . Bull . Japan . Soc . Microb . Ecol . 3:29-34
- Riquelme , C., 1988 , Interaction between microalgae and bacteria in coastal seawater Doctoral thesis , Kyoto Univ ., 92pp
- Rodina , A. G. , 1972 , Methods in Aquatic Microbiology , transleted , edited and revised by Rita R. Colwel and Michael S. Zambruski , University Park Press , Baltimore , Butterworth and co (Publisher) LTD , London
- Smith ,P., Davey , S., 1993, Evidence for the competitive exclusion of Aeromonas salmonicida from fish wiyh stress – inducible furunculosis by a flouresent Pseudomonad . J. Fish Dis . 16, 521-524 , in "Review The use of probiotics in aquqculture " , Gatesoupe , F. J. ,1999 , Aquaculture 180(1999) 147- 165
- Smith , L. L. , Samocha , T.M., Biedenbach , J. M. , Lawrence , A.L., 1992 , Use of one – litrer Imhoff cones in larviculture production , In "Fast , A. W. , Lester L. j. Elsevier ,1992 , Marine Shrimp Culture , Elsiver 1992"
- Soeder, C.J., Muller, H., Payer, H.D. and Schulle, H. Mineral nutrition of planktonic algae: some considerarions, some experiments.- Mitt. Int Verein. Theor. Angew. Limnol. 1971.
- Sorgeloos , P., 1980 , The use of the brine shrimp Artemia in Aquaculture , in "The Brine Shrimp Artemia"
- Stappen , G. V., 1996 , Artemia ( Introduction , biology and ecology of Artemia ) in " Manual on the production and use of live food for Aquaculture , Lavens , P. , Sorgeloos , P., ( Eds) , Technical paper , FAO , 1996
- Steen, Bergen, G.L.M.(1974) The role of light in the life cycte of Scenedesmus obliqus (tukp) Lut2, Nether lands 8-10
- Suminto and Hirayama , K. , 1997 , Application of a growth – promoting bacteria for stable mass culture of three marine microalgae , Hydrobiologia , 358 :223 – 230
- Sunilkomar , Mohamad , K. 1996 , Heterotrophic Marine Bacteria as Supplementary Feed for Larval Penaeus monodon , NAGA , Phillipines
- Tanasomwang , V. ,Nakai , T., Nishimura , Y., Muroga , k.,1998 , vibrio – inhibiting marine bacteria isolated black shrimp hatchery . Fish Pathol , 33 ,459-466 in "Review The use of probiotics in aquqculture " , Gatesoupe , F. J. ,1999 , Aquaculture 180:147- 165
- Tatsuzawa, H.& Takizawa, E. (1995). Changes in fatty acid composition of (palova lutheri) effected by culturing conditions. Fish. Sci. Vol. 61, No. 2, PP. 363-364.
- Teshima , S., Kanazawa, A., Sasada, H. and Kawasaki, M. ,1982, Requirements of the larval prawn, Pernaeus japonicus, for cholesterol and soybean phospholipids. Mem. Fac. Kagoshima Univ., 31:193-199.
- Teshima, S. and Kanazawa, A. ,1971, Biosynthesis of sterols in the lobster, Panulirius japonica, the prawn, Penaeus japonicus, and the crab, Portunus trituberculatus. Comp. Biochem. Physiol., 38B: 597-602.

- Throndsen, J.Special methods – micromanipulators. In. J. R. Stein (ed.) Handbook of phycological methods and growth measurements. Cambridge University Prdss. Cambridge 1973.
- Tramer ,J., 1966, Nature (London) , 211, 204, in " Microbial ecology " , Laskin , A, I , Lechevalie , H. , 1974 ,( edts) , Growth of bactria In mixed cultures , Meers , J . L . CRC PRESS ,1974.
- Utting , S.D. , 1986 , A prliminary study on growth of crassostera gigas larvae and spat inrelation to dietary protein . aquaculture :123-138
- Whyte , J. N. C. 1987, Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. *Aquaculture,* 60: 231-241.
- Wickins J. F. 1972. The food value of the brine shrimp, Artemia saliva L., to larvae of the prawn, Palaemon .serr Pennant. J. exp. mar. *Biol. Ecol.* 10:151-170.
- Wikfors, G. H. ,1986, Altering growth and gross chemical composition of two microalgal molluscan food species by varying nitrate and phosphate. *Aquaculture,* 59:1-14.

# پیوست

**پیوست ۱ : تغییرات تعداد جلبک از روز اول ذخیره سازی به قرار جدول شماره یک بوده است :**

| ردیف | زمان نمونه برداری | ساعت نمونه برداری | تعداد جلبک در هر سانتی متر مکعب | TDS | دمای آب | دمای هوا | EC | اکسیژن محلول | PH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۸۳/۱۱/۱ | ۱۶ | ۳ | ۵۹ | ۲۴.۳ | ۲۱/۷ | ۱۳۷ | ۶/۶۸ | ۸/۶۱ |
| ۲ | ۸۳/۱۱/۲ | ۱۱ | ۴۰۰،۰۰۰ | ۵۷ | ۲۵/۱ | ۲۲/۱ | ۱۳۳ | ۶/۹ | ۸/۶۸ |
| ۳ | ۸۳/۱۱/۳ | ۱۰ | ۱،۲۰۰،۰۰۰ | ۶۸ | ۲۵ | ۲۳ | ۱۳۰ | ۶ | ۸/۵ |
| ۴ | ۸۳/۱۱/۴ | ۱۰ | ۲،۱۰۰،۰۰۰ | ۱۳۵ | ۲۲ | ۲۵ | ۳۱۳ | ۷/۵ | ۸/۵۴ |
| | | ۱۴ | ۲،۳۰۰،۰۰۰ | ۱۳۶ | ۲۴/۷ | ۲۶ | ۳۱۲ | ۸ | ۸/۷۴ |
| ۵ | ۸۳/۱۱/۵ | ۹ | ۲،۴۵۰،۰۰۰ | ۱۳۵ | ۲۵/۴ | ۲۵ | ۳۱۳ | ۶/۹۲ | ۹/۱ |
| | | ۱۷ | ۲،۶۰۰،۰۰۰ | ۱۳۷ | ۲۵/۶ | ۲۱/۷ | ۳۱۳ | ۵/۳۵ | ۸/۸۹ |
| ۶ | ۸۳/۱۱/۶ | ۹ | ۳،۱۵۰،۰۰۰ | ۱۳۳ | ۲۶ | ۲۶ | ۳۰۹ | ۷ | ۹ |
| | | ۱۵ | ۴،۴۰۰،۰۰۰ | ۱۳۳ | ۲۶ | ۲۸ | ۳۰۹ | ۷/۲۲ | ۸/۹۸ |
| ۷ | ۸۳/۱۱/۷ | ۹ | ۶،۶۰۰،۰۰۰ | ۱۲۴ | ۲۴/۱ | ۲۶ | ۳۰۰ | ۵/۵ | ۹/۰۲ |
| | | ۱۵ | ۹،۰۰،۰۰۰ | ۱۳۰ | ۲۳.۵ | ۲۵ | ۲۸۹ | ۷ | ۸/۹۷ |
| ۸ | ۸۳/۱۱/۸ | ۹ | ۱۱،۶۰۰،۰۰۰ | ۱۲۸ | ۱۶ | ۱۶/۷ | ۲۵۸ | ۶/۴۲ | ۸/۷۷ |
| | | ۱۴ | ۱۱،۶۰۰،۰۰۰ | ۱۲۸ | ۱۷ | ۱۸/۹ | ۲۹۷ | ۱۱/۳۶ | ۸/۹۱ |
| ۹ | ۸۳/۱۱/۹ | ۱۰ | ۱۲،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲۲ | ۲۴/۱ | ۲۳/۶ | ۲۸۰ | ۵/۶۱ | ۸/۹ |
| | | ۱۴/۳۰ | ۱۲،۴۵۰،۰۰۰ | ۱۲۲ | ۲۳ | ۲۳/۶ | ۲۸۵ | ۸/۷۷ | ۱۹/۵۶ |
| ۱۰ | ۸۳/۱۱/۱۵ | ۱۱ | ۱۶،۰۰۰،۰۰۰ | | | | | | |

**اقداماتی که جهت بهبود سیستم در طی روزهای مختلف به عمل آمد در جدول شماره ۲ ارائه شده است :**

| ردیف | تاریخ | مشاهده وضع نامطلوب | اقدام انجام شده | نتیجه حاصل |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۸۳/۱۱/۴ | بالا بودن PH | افزودن ۲۰ سانتی متر مکعب اسید استیک در دو نوبت | PH با هر بار اضافه کردن اسید به مقدار ۴/. پائین می آمد و بعد از ۳ ساعت به حد اولیه می رسید |
| ۲ | ۸۳/۱۱/۴ | تکمیل سنجش پارامترهای سیستم | اندازه گیری یون آمونیوم | ۸۲/. میلی گرم در لیتر |
| ۳ | ۸۳/۱۱/۵ | بالا بودن PH | افزودن ۲۰ سانتی متر مکعب اسید استیک در دو نوبت | PH با هر بار اضافه کردن اسید به مقدار ۴/. پائین می آمد و بعد از ۳ ساعت به حد اولیه می رسید |
| ۴ | ۸۳/۱۱/۶ | بالا بودن PH | افزودن ۲۰ سانتی متر مکعب اسید استیک در دو نوبت | PH با هر بار اضافه کردن اسید به مقدار ۴/. پائین می آمد و بعد از ۳ ساعت به حد اولیه می رسید |
| ۵ | ۸۳/۱۱/۷ | بالا بودن PH | افزودن ۲۰ سانتی متر مکعب اسید استیک در دو نوبت | PH با هر بار اضافه کردن اسید به مقدار ۴/. پائین می آمد و بعد از ۳ ساعت به حد اولیه می رسید |
| ۶ | ۸۳/۱۱/۷ | کمبود اکسیژن | در مدار قرار دادن کپسول اکسیژن به مدت ۳۰ دقیقه با فشار ۳/. اتمسفر | بالا رفتن مقدار اکسیژن محلول |
| ۷ | ۸۳/۱۱/۷ | بالا بودن درجه حرارت به خاطر گرما دوست بودن همکاران | خاموش نمودن کلیه وسایل گرمازا و باز کردن پنجره ها در طول شب | تعدیل درجه حرارت |
| ۸ | ۸۳/۱۱/۷ | از آنجائیکه میزان اکسیژن اندک و شرایط در کنترل مجری نبود | تغییر دوره نوردهی از ۱۸ ساعت به ۱۲ ساعت | افزایش تولید |
| ۹ | ۸۳/۱۱/۷ | تکمیل سنجش پارامترهای سیستم | اندازه گیری یون آمونیوم ، نیتریت ، نیترات | |
| ۱۰ | ۸۳/۱۱/۸ | توسعه سنجشهای مرتبط با سیستم | فراهم نمودن ظروف یک لیتری حاوی جلبک با هوادهی برای ایجاد اطلاعات اولیه ایجاد بیوفیلتر نوری | |
| ۱۱ | ۸۳/۱۱/۹ | ظاهرا فاز لگاریتمی پایان یافته | افزودن محیط کشت ساتو به نسبت ۵ به ۶ نسبت به سری قبل | |
| ۱۲ | ۸۳/۱۱/۹ | بالا بردن ظرفیت تامپونی سیستم | افزودن ۱۰۰ گرم کربنات کلسیم | کاهش PH به مقدار ۳/. واحد |
| ۱۳ | ۸۳/۱۱/۹ | بالابردن ظرفیت ضد قارچی سیستم | افزودن ۱۰ گرم اسید بوریک به سیستم | کاهش PH، جلوگیری از قارچ زدگی |

**در مجموع سنجشهای همزمان یونهای آمونیوم ، نیتریت و نیترات به ازای ترامن سلولی در جدول شماره ۳ درج گردیده است :**

| ردیف | تاریخ | نمونه | تراکم سلولی | آمونیوم | نیتریت | نیترات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۸۳/۱۱/۴ | آب پرورش | ۲،۱۰۰،۰۰۰ | /۸۲ | – | – |
| ۲ | ۸۳/۱۱/۴ | ۲۵ cc آب پرورش + ۱ گرم نمک | | /۹۱ | – | – |
| ۳ | ۸۳/۱۱/۷ | آب پرورش | ۶،۶۰۰،۰۰۰ | – | – | – |
| ۴ | | آب پرورش بعد از ظهر | ۹،۰۰،۰۰۰ | ۲/۵ | زیر رنج | ۱۷ |
| ۵ | | به یک لیتر جلبک ۴ cc آمونیاک اضافه با ۳۰ دقیقه هوادهی | ۹،۰۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۰۱ | ۳۵۰ |
| ۶ | ۸۳/۱۱/۸ | آب پرورش | ۱۱،۶۰۰،۰۰۰ | ۲/۱۵ | /۰۱ | ۲۴ |
| ۷ | | ۱۰ cc آمونیاک به یک لیتر جلبک | بعد از اضافه کردن موارد فوق شمارشی انجام نشد | > ۲/۵ | /۰۲ | ۳۸۰ |
| ۸ | | ۱۰ گرم اوره به یک لیتر نمونه | | > ۲/۵ | –/۰۰۵ | ۱۹۰ |
| ۹ | | ۱۱/. گرم FeCl2 به یک لیتر نمونه | | ۲/۴۳ | /۰۰۹ | ۲۵۰ |
| ۱۰ | | ۱۱/. گرم FeCl3 به یک لیتر نمونه | | > ۲/۵ | /۰۰۱ | ۱۲۰ |
| ۱۱ | | ۵ گرم آهک صنعتی به یک لیتر نمونه | اندازه گیری نشد | | | |
| ۱۲ | ۸۳/۱۱/۹ | آب پرورش | ۱۲،۴۵۰،۰۰۰ | ۲/۴۴ | /۰۰۱ | ۹ |
| ۱۳ | | ۱۰ cc آمونیاک به یک لیتر جلبک | ۱۰،۳۵۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۱ | ۴۰۰ |
| ۱۴ | | ۱۰ گرم اوره به یک لیتر نمونه | ۱۲،۶۵۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | زیر رنج | ۳۰ |
| ۱۵ | | ۱۱/. گرم FeCl2 به یک لیتر نمونه | ۷،۵۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | زیر رنج | زیر رنج |
| ۱۶ | | ۱۱/. گرم FeCl3 به یک لیتر نمونه | ۸،۲۵۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | زیر رنج | ۱۹ – |
| ۱۷ | | ۵ گرم آهک صنعتی به یک لیتر نمونه | ۶،۲۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۲ | ۴ – |
| ۱۸ | ۸۳/۱۱/۱۱ | آب پرورش | ۶،۰۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۱۳ | ۳۲ |
| ۱۹ | | ۱۰ cc آمونیاک به یک لیتر جلبک | ۹،۶۵۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۳۳ | ۸۴ |
| ۲۰ | | ۱۰ گرم اوره به یک لیتر نمونه | ۳،۶۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | /۰۶۳ | ۲۱ |
| ۲۱ | | ۱۱/. گرم FeCl2 به یک لیتر نمونه | ۸،۰۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | ۰ | ۰ |
| ۲۲ | | ۱۱/. گرم FeCl3 به یک لیتر نمونه | ۱۳،۰۰۰،۰۰۰ | > ۲/۵ | ۰ | ۰ |
| ۲۳ | | ۵ گرم آهک صنعتی به یک لیتر نمونه | ۸،۵۰۰،۰۰۰ | ۲/۱۷ | ۰ | ۴ |

## Abstract:

Algae production in controlled condition is one one the most important subject that ought to studying . This kind of algae production can use for biosynthesis great syuffs like as vtamines and unsaturated fatty acids. For achieving this goal < this project was designed and done.
At this project some procedures like steril cultivation < light controlling, remove and dissolving gases as oxygen and carbon dioxide, mixturing tank , intelligent sensor, biofilter purifying, dechloration vessel and dosing pumps are new phenomenas are used.
Finally , chlorella sp from Gilan institute were culativated more than 16000000 cells per one millimeter.

**Ministry of Jihad – e – Agriculture**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION**

---

**Project Title :** An Introduction of Photobioreactor Technology in Mass culture of Algea in Order to Improve the Shrimp Culture in Iran
**Apprpved Number:** 30108
**Author:** Mohammadreza Hassannia
**Project Researcher :** Mohammadreza Hassannia
***Collaborators:***S.E.Safavi,M.r.Mehrabi,V.Yeganeh,M.R.Kamranhosseini,M.Sanei,M.Bahman abadi,M.Matinfar
**Advisor(s):** B.Kyabi
**Supervisor: -**
**Location of execution :** Tehran province
**Date of Beginning :** 2002
**Period of execution :** 2 Years
**Publisher :** ***Iranian Fisheries Research Organization***
**Date of publishing :** ***2014***

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION**

**Project Title :**

# An Introduction of Photobioreactor Technology in Mass culture of Algea in Order to Improve the Shrimp Culture in Iran

**Project Researcher :**

***Mohammadreza Hassannia***

**Register NO.**

***42980***