دستورالعمل یا شیوه نامه
تولید ریزجلبک ها

سازمان شیلات ایران

دفتر امور میگو و آبزیان آب شور

مرضیه ناجی - زمستان 93

فهرست مطالب **صفحه**

مقدمه 4
معرفی زی شناوران گیاهی 5
زیست شناسی و تولید مثل جلبکها 5
دیواره یاخته ای 6
کلروپلاست یا کروماتوفور 6
تاژک 6
چرخه زندگی ریز جلبکها 7
رده بندی ریز جلبکها 7
سیانوفیتا یا جلبکهای سبز – آبی 7

- **جلبکهای سبز** 7
- **کلادوفورا** 7
- **اوگلنافیتا** 8
- **کاروفیتا** 8
- **کریستوفیتا** 8
- **جلبکهای قهوه ای** 8
- **جلبکهای قرمز** 9
- **دینوفیتا** 9

تولید مثل جلبکها 9

- **تولید مثل رویشی** 9
- **تولید مثل غیر جنسی** 10
- **تولید مثل جنسی** 11

جدول کابرد برخی از زی شناوران گیاهی 12
اسپیرولینا 12
مکمل های غذایی اسپیرولینا و کلرلا و دونالیلا 13
ارزش غذایی زی شناوران گیاهی 13
کاربرد زی شناوران گیاهی 14

- **ارزش غذایی اسپیرولینا** 14
- **جدول ترکیبات 100 گرم اسپیرولینا** 15
- **استفاده درآبزی پروری (پرورش دو کفه ایها و تغذیه سخت پوستان)** 16
- **کاهش آلودگی و تصفیه پساب مزارع ماهی و میگو** 16
- **نقش زی شناوران گیاهی در تصفیه فاضلابهای شهری** 17
- **استفاده به عنوان سوخت زیستی** 17
- **بهره وری در مصارف انسانی** 18

پراکنش زی شناوران گیاهی در ایران و جهان 18
سوابق پرورش زی شناوران گیاهی 19
فاکتورهای موثر در کشت زی شناوران گیاهی 19

- **فاکتورهای فیزیکی** 19

- فاکتورهای شیمیایی 20
شیوه های تولید 20
- In door 21
- سیستمهای کشت روباز..... 22
- * دریاچه ها و استخرهای طبیعی..... 23
- * سیستم های شیب دار..... 23
- * استخرهای دارای بازوهای چرخان 23
- * استخرهای با جریان سریع..... 23
- سیستم کشت بسته.....24
- انواع فتوبیوراکتور ها 25
شرایط و نحوه کشت زی شناوران گیاهی 25
غربالگری از خاستگاه های طبیعی 26
غربالگری یا خالص سازی یا جدا سازی 27
غنی سازی محیط کشت 27
جدا سازی.....28
تولید کشت خالص.....28
انواع محیط کشت 28
- محیط کشت Miquel 29
- محیط کشت Schrebers 29
- محیط کشت Z8 30
- محیط کشت آب دریای غنی شده 31
تجهیزات کشت و پرورش زی شناوران گیاهی 32
مراحل آماده سازی و ضد عفونی کردن آب 32
- جدول شماره 1 - برآورد سرمایه گذاری ثابت (زیر بنایی و ساخت و ساز) 33
- جدول شماره 2 – برآورد سرمایه گذاری ثابت (هزینه لوازم آزمایشگاهی ، اداری و تجهیزات)
.....34
- جدول شماره 3 – برآورد هزینه های جاری (مواد و نهاده های اولیه مصرفی) 35
- جدول شماره 4 – برآورد هزینه های جاری (خدمات نیروی انسانی و دستمزد)
.....36
- جدول شماره 5 – هزینه های تعمیر و نگهداری 36
- جدول شماره 6 – استهلاک 37
- جدول شماره 7 – برآورد هزینه های سرمایه در گردش 37
- جدول شماره 8 – فروش محصول 37
- جدول شماره 9 – کل سرمایه گذاری طرح 38
- جدول شماره 10 – سود آوری 39
منابع 40

مقدمه:

زی شناوران گیاهی پایه و اساس زنجیره غذایی در محیط های دریایی می باشند . بنابر این زی شناوران گیاهی برای پرورش تجاری انواع گونه های دریایی به عنوان منبع غذایی برای تمام مراحل رشد نرم تنان دو کفه ای، مرحله لاروی بعضی از سخت پوستان و مرحله اولیه رشد بعضی از گونه های ماهی، ضروری هستند . در ضمن در تولید انبوه زی شناوران جانوری نظیر روتیفرها، کوپه پودا، آرتمیا و . . .که به عنوان غذا برای آبزیان دریایی بخصوص مراحل لاروی نرم تنان، سخت پوستان مورد استفاده قرارمی گیرند، نقش انکار ناپذیری دارند .

مع الوصف علیرغم پیچیدگی و گرانی تولید انواع زی شناوران گیاهی ، به دلیل نقش کلیدی این موجود در توسعه آبزی پروری و همچنین اهمیت فرآورده های آن در سلامت جامعه انسانی ، تحقیقات زیادی توسط محققین در سراسر جهان برای دستیابی به بهترین شیوه تولید جلبک های دریایی و زی شناور گیاهی ها انجام شده و منجر به ابداع شیوه های مدرن تولید شده است . لذا با توجه به تنوع استفاده از آنها در آبزی پروری و همچنین جوامع انسانی ، در ادامه ضمن تشریح انواع مختلف زی شناوران گیاهی، نمونه هایی از شیوه استفاده از جلبکهای دریایی و زی شناور گیاهی ها و فرآورده های آن آورده شده است .

جلبکها در آبهای سطحی در جاهایی که نور خورشید وجود دارد رشد می کنند. بیشتر آنها توسط قلابهایی به کف اقیانوس یا صخره ها محکم چسبیده اند. جلبکها متشکل از سه گروه قرمز، قهوه ای و سبز هستند. امروزه جلبک کلرلا ولگاریس به شکل پودر در مواد غذایی خمیری نظیر نان، کیک، بیسکوئیت و ماکارونی و همراه با ماست، شیر، بستنی و غیره کاربرد دارد .کلرلا به شکل قرص و کپسول به میزان 3 تا 10 گرم در روز در انسان مصرف جهانی داشته و برای دام، طیور و آبزیان به عنوان مکمل غذایی با خواص عدیده مصرف می گردد. دیواره سلولی کلرلا قابلیت جذب و دفع فلزات سنگین، سموم شیمیایی و برخی سموم پایدار را داراست.

جلبکهای دریایی یا Seaweed یا Macroalgae به لحاظ اهمیتی که در جهان دارند، تخمین زده می شود که کل تولید محصولات متنوع آنها معادل 6 ـ 5/5 میلیارد دلار آمریکا در سال باشد(FAO)، که حدود 5 میلیارد دلار آمریکا به بخش فرآورده های غذایی و خوراک انسانی اختصاص می یابد و مابقی آن را کود و افزودنی های خوراک دام تشکیل می دهند.

استفاده های صنعتی آن تقریبا 8 ـ 5/7 میلیون تن (وزن تر جلبک استحصالی از دریا یا پرورشی) در سال است. برداشت تجاری آن در 35 کشور جهان از نیمکره شمالی تا جنوبی، در آبهای سرد، معتدل تا تروپیکال صورت می گیرد. در ایران جلبک های دریایی در سواحل جنوبی کشور بویژه در سواحل سیستان و بلوچستان (چابهار) فراوان یافت می شوند که بر اساس تقسیم بندی گیاه شناسان از هر سه گروه جلبک های سبز یا کلروفیت، جلبک های قهوه ای یا فیتوفیت و جلبک های قرمز یا رودوفیت در این منطقه وجود دارند. کشور چین یکی از بزرگترین تولید کنندگان جلبکهای خوراکی در دنیا بوده که سالانه حدود 5 میلیون

تن برداشت می کند، بطوریکه در سال 1999، برداشت لامیناریای آن حدود 5/4 میلیون تن بوده و در حال حاضر نه تنها خود کفا بوده، بلکه یکی از بزرگترین صادر کننده لامیناریا بوده است.

کشورهایی پیشرو در زمینه تولید و پرورش و برداشت و فرآوری شامل ژاپن، تایوان، کره و ... می باشند و هر ساله میلیونها دلار ارز از تولید و صادرات آن بصورت خام یا بصورت عمل آوری شده، بدست می آورند. امروزه نیز جلبک شناسان در کشورهای مختلف، در کنار تحقیقات زیستی خود دربارهٔ جلبکها، به دنبال کشف خواص مفید و روشهای استفاده اقتصادی از آنها هستند . میکروآلگ ها برای مصارف گوناگون بصورت صنعتی تولید می شوند. برخی از آنها در سطوح اقتصادی تولید و به عنوان غذای سالم و مکمل در غذای انسان و دام، پرورش آبزیان و برای تصفیه بیولوژیک آبهای صنعتی بکار می روند.

معرفی زی شناوران گیاهی :

زی شناوران گیاهی گروه های متنوعی از گیاهان ابتدایی را تشکیل مـی دهنـد کـه در زیسـتگاه هـای مختلف آبی و خشکی و حتی هوا مشاهده می شوند و بـه عنـوان اولـین تولیدکننـده هـا در زنجیـره غـذایی محسوب می گردند . بر اساس مطالعات انجام شده، طبقه بندی های متفاوتی توسط دانشمندان برای جلبـک ها ارائه شده است. در یکی از این طبقه بندی ها، گیاه شناسی به نام بولد (Bold) ، جلبک ها را بـه 11 رده مختلف در 8 شاخه تعریف کرده است . در ضمن جلبک های سبز آبی به همراه باکتری ها در سلسله جداگانه ای قرار داده شده اند. از نظر فیلوژنی، جلبک های سبز- آبی نزدیکی زیادی با باکتری هـا دارنـد و مطالعـات انجام شده با میکروسکوپ الکترونی این امر را تأیید می کند. از طرفی، با وجود کلروفیل a که در تمام گیاهان وجود دارند و به دلیل انجام عمل فتوسنتز و تولید اکسیژن ، نمی توان سیانوباکترها را از سایر جلبک هـا جـدا دانست.

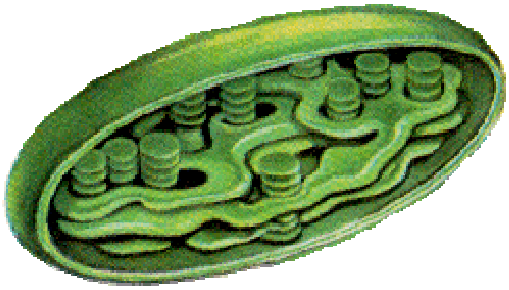
" زیست شناسی و تولید مثل جلبکها "

جلبکها ساده‌ترین موجودات واجد کلروفیل هستند. سه تفاوت عمده بین جلبکها و گیاهان عالی وجود دارد. اولا جلبکها فاقد ریشه ، ساقه و برگ هستند، ثانیا در اطراف اندامها یا ساختارهای زایشی جلبکها یاخته‌های محافظ وجود ندارد، ثالثا جنین در جلبکها دیده نمی‌شود. در طبیعت جلبکها در محیطهای گوناگون یافت می‌شوند. آب محیطی است که بیشترین جلبکها را در خود جای داده است. در سطح خاکهای مرطوب نیز تعداد بسیار زیادی جلبک یافت می‌شود. بخشهای هوایی درختان و همچنین سنگها و صخره‌ها محلهای دیگری هستند که جلبکها می‌توانند بر روی آنها رشد کنند. بعضی از جلبکها می‌توانند در محیطهای غیر معمولی ، مثل دریاچه‌های نمک ، چشمه‌های آب گرم و یخچالهای طبیعی و حتی در درون بدن و بافتهای موجودات زنده زیست کنند .

دیواره یاخته‌ای :

دیواره یاخته‌ای در جلبکها بسیار حائز اهمیت است. علت آن وجود مواد مختلفی است که بعضی از آنها کاربرد صنعتی ، دارویی و پزشکی دارند .یاخته‌های زایشی از قبیل گامتها و زئوسپورها فاقد دیواره یاخته‌ای هستند. دیواره یاخته‌ای در جلبکها معمولا از 2 لایه تشکیل شده است لایه بیرونی لایه‌ای است ژلاتینی از مواد پکتینی ساخته شده و در آب گرم حل می‌شود. لزج بودن جلبکها بدلیل وجود این لایه بیرونی است. لایه درونی از جنس سلولز است که در آب گرم نامحلول است. هر دو این مواد نوعی پلی ساکارید هستند در اکثر موارد ترکیبات دیگر از قبیل پروتئین ، کربنات کلسیم ، آهن ، سیلیس ، کتین و غیره در ساختار دیواره یاخته‌ای جلبکها دیده می‌شود .

کلروپلاست یا کروماتوفور:

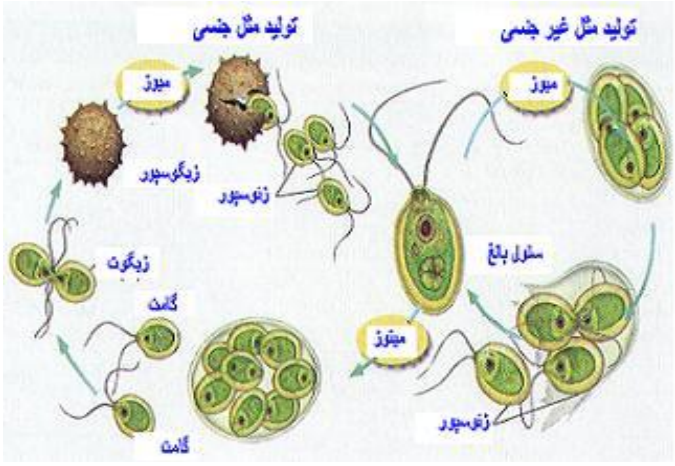


یکی از مهمترین اجزای یاخته‌ای در جلبکها کلروپلاست یا کروماتوفور است در داخل کلروپلاست اغلب جلبکهای سبز ، اجسام کروی شکل حاوی نشاسته وجود دارد که آن را پیرنوئید می‌گویند .پیرنوئید در جلبکهای سبز وجود دارد که ممکن است در داخل یا خارج کلروپلاست قرار گیرد. به علاوه کلروپلاست جلبکهای سبز متحرک حاوی لکه نارنجی رنگی به نام استیگما) لکه چشمی) است که جهت یاخته را به سمت نور متمایل می‌سازد. در بعضی از جلبکها ممکن است لکه چشمی خارج از کلروپلاست باشد .در داخل کلروپلاست ، رنگیزه‌هایی از انواع کلروفیل ، کاروتنوئید و بیلی پروتئینها وجود دارند که باعث می‌شوند تا کلروپلاست و در نتیجه یاخته جلبکها به انواع رنگهای مختلف دیده شود .

تاژک :

اغلب جلبکها یا خود متحرک‌اند و یا یاخته‌های زایشی آنها متحرک است .در بین جلبکها فقط دو گروه یعنی جلبکهای سبز - آبی و جلبکهای قرمز از این قاعده مستثنی هستند. فرمهای متحرک و یاخته‌های زایشی متحرک در آنها دیده نمی‌شود. وسیله حرکت یاخته‌ای متحرک ، تاژک نام دارد که از نظر شکل ظاهری بر دو نوع است. یکی تاژک شلاقی که سطح آن صاف و دیگری تاژک پر مانند که سطحی ناصاف و همانند پر دارد. همچنین تعداد تاژک و محل قرار گرفتن در جلبکهای گوناگون متفاوت است .

چرخه زندگی ریز جلبکها :



بر حسب آنکه مرحله گامتوفیتی و یا اسپروفیتی طولانی باشد و یا گیاه گامتوفیت با گیاه اسپروفیت مشابه با یکدیگر باشند و یا نباشند، چرخه زندگی در جلبکها را به چهار گروه هاپلانتیک ، دیپلانتیک ، ایزومورفیک و هترومورفیک تقسیم می‌کنند .

" رده بندی ریز جلبک ها "

سیانوفیتا یا جلبکهای سبز – آبی :

پست‌ترین جلبکها به شمار می‌روند. ساختار یاخته‌ای از نوع پروکاریوتی و بسیار شبیه به باکتریهاست. تال میکروسکوپی داشته و به اشکال تک یاخته‌ای ، کلونی ، ریسه‌ای بدون هتروسیت و ریسه‌ای دارای هتروسیت تقسیم می‌شوند. یاخته‌های هتروسیت ممکن است در ابتدای ریسه و یا در بین یاخته‌ها رویشی بوجود آیند. رنگ این یاخته‌ها سبز زیتونی و دارای دیواره‌ای دو لایه‌اند. این یاخته‌ها حاوی آنزیم ویژه‌ای هستند که می‌توانند نیتروژن موجود در هوا را به صورت نیتروژن آمونیاکی در خود تثبیت کنند. تولید مثل جنسی در جلبکهای سبز – آبی وجود ندارد و تولید مثل به صورت تقسیم دوتایی ، قطعه قطعه شدن و تشکیل هورموگونیوم و اکینیت انجام می‌شود .

جلبکهای سبز :

به رنگ سبز علفی هستند تال آنها بسیار متنوع است و به اشکال تک یاخته‌ای متحرک ، تک یاخته‌ای غیر متحرک ، کلونی متحرک ، کلونی غیر متحرک ، ریسه‌ای ساده و منشعب ، پارانشیمی و سیفونی دیده می‌شوند. انواع تولید مثل رویشی غیر جنسی و جنسی در آنها متداول است .کلامیدوموناس جلبک سبزی است متحرک و دارای 2 تاژک از نوع شلاقی در ناحیه سر. کلامیدوموناس را می‌توان منشا جلبکهای سبز بشمار آورد .از تقسیمات یاخته کلامیدوموناس جلبک ریسه‌ای ساده یا اولوتریکس حاصل می‌شود.

کلادوفورا :

کلادوفورا نیز از جلبکهای واجد تال ریسه‌ای منشعب است .جلبک ادوگونیوم به علت دارا بودن اندامهای جنسی آنتریدیوم و ائوگونیوم از دیگر جلبکهای ریسه‌ای کاملا متمایز است. از دیگر جلبکهای سبز

اسپیروژیر است. که شناسایی آن به علت داشتن کلروپلاست مارپیچی به آسانی صورت می‌گیرد. لیکن دیگر از ویژگیهای جلبکهای سبز وجود کلروپلاست به اشکال مختلف در آنهاست .

اوگلنافیتا :

اوگلنا موجوداتی تک یاخته‌ای و متحرک‌اند. به علت نداشتن دیواره یاخته‌ای شکل ثابت ندارند. و بعضی موارد بسیار شبیه به پروتوزوآ عمل کرده و سبزینه خود را از دست داده و از مواد آلی استفاده می‌کنند .

کاروفیتا :

خصوصیات ویژه‌ای دارند که آنها را از بقیه جلبکی ، متمایز می‌سازد. علت آن شکل ظاهری و اندامهای تولید مثلی آنهاست. اولا اندامهای تولید مثلی ساختار پیچیده داشته و ثانیا توسط یاخته‌های نازا احاطه شده‌اند. همچنین چگونگی رویش تخم در آنها متفاوت است .

کریسوفیتا :

رنگ این جلبکها اغلب سبز مایل به زرد ، زرد ، طلایی ، زرد مایل به قهوه‌ای است. رنگ آنها به علت وجود رنگیزه‌های کاروتن و گزانتوفیل به تعداد زیاد در کلروپلاست آنهاست. دیاتومها یا رده باسیلاریوفیته جمعیت بزرگی از جلبکها را تشکیل می‌دهند. دیاتومها دارای دیواره دو قسمتی و یا دو کفه‌ای سیلیسی هستند دیاتومها به اشکال منظم و مهندسی جزء زیباترین پلانکتونهای گیاهی بشمار می‌آیند .

جلبکهای قهوه‌ای :

تال پر یاخته و ماکروسکوپی است این جلبکها تنها گروهی هستند که تال تک یاخته‌ای و کلونی در آنها وجود ندارد. حتی اشکال ریسه‌ای نیز به تعداد کم در آنها دیده می‌شود. ساختار درونی تال در جلبکهای قهوه‌ای بسیار تکامل یافته و از لایه‌های مختلف تشکیل شده. تولید مثل جنسی نیز در این جلبکها روند تکاملی را طی می‌کند جلبکهای قهوه‌ای چرخه زندگی از نوع ایزومورفیک و تولید مثل به صورت ایزوگامی است.در جلبکهای متوسط چرخه زندگی به صورت هترومورفیک و تولید مثل به روش ائوگامی صورت می‌گیرد. در جلبکهای قهوه‌ای تکامل یافته ، چرخه زندگی به صورت دیپلانتیک دیده می‌شود که در آن تنها گیاه اسپروفیت وجود دارد و گیاه گامتوفیت کاملا از بین رفته است .

جلبکهای قرمز:

به علت داشتن رنگیزه‌های فیکوسیانین (سبز مایل به آبی) (فیکواریترین (قرمز) به رنگهای بنفش ، سبز زیتونی ، ارغوانی و صورتی و غیره دیده می‌شوند و به خاطر داشتن این رنگیزه‌ها قادرند از اعماق آب زیست کنند. تال کوچک و ظریف دارند. فرآیند تولید مثل در جلبکهای قرمز پیچیده‌تر از جلبکهای قهوه‌ای است .از بعضی جلبکهای قرمز به عنوان منبع غذایی سرشار از پروتئین استفاده می‌کنند .

دینوفیتا :

گروهی از پلانکتونهای گیاهی موجود در آبهای شورند که اکثرا تک یاخته‌ای و متحرک‌اند. وسیله حرکت آنها دو تاژک است که یکی از آنها در شیاری واقع است که مانند کمربندی در پیرامون یاخته وجود دارد و دیگری از شیار خارج می‌شود. با آنکه وجود این موجودات در زنجیره غذایی آبزیان بسیار مفید است ولی رشد و تجمع بیش از حد آنها باعث وارد ساختن سمومی در آب می‌شود.

" تولید مثل جلبکها "

تولید مثل جلبکها به سه روش ذیل صورت می‌گیرد:

1 - **تولید مثل رویشی**: این روش معمولی ترین روش تولید مثل در جلبکها بوده و به روشهای زیر انجام می پذیرد؛

الف- تقسیم دوتایی یا شکافتگی سلولی: این روش در جلبکهای تک سلول، دسمیدها و دیاتومه ها روی داده و در آن سلول مادری دو سلول دختری را به روش میتوز تولید می نماید.

ب- قطعه قطعه شدن: در جلبکهای رشته ای مانند اولوتریکس، اسپیروژیرا و زیگنما ریسه در اثر فشارهای مکانیکی (اثر باد یا جریان آب)، از بین رفتن دیواره عرضی و یا تفاوت در فشار تورژسانس سلولهای مجاور به چند قطعه می شکند. هر یک از قطعات حاصل نیز به تنهایی قادر به ادامه حیات می باشند. در جلبکهای سبز - آبی کلنی ، تکثیر رویشی از طریق پاره شدن کلنی های بزرگتر رخ می دهد.

پ- تولید هورموگونیا: هورموگونیا به قطعات متحرکی از ریسه با طول متفاوت گفته می شود که در شرایط نامساعد در جلبکهای سبزآبی مانند نوستوک، اوسیلاتوریا و سیلیندروسپرموم تولید می شوند. علل پاره شدن رشته مادری می تواند ناشی از تشکیل سلولهای هتروسیست بینابینی یا اینترکالر، تشکیل صفحات جداکننده تخصصی یا نکریدیا ، مرگ و تحلیل سلولهای بینابینی و نیز پاره شدن برخی سلولها در اثر تولید زئوسپور ها باشد.

ت- تشکیل انشعابات نابجا : در برخی جلبکهای ریسه ای بزرگ مانند دیکتیوتا، فوکوس، کلادوفورا و کارا، انشعابات نابجایی تولید می شوند که پس از جدایی از ریسه مادر، جلبک مستقلی را می سازند.

ث- تشکیل غده ها: در جلبکهایی مانند کارا و کلادوفورا علاوه بر تکثیر از طریق انشعابات نابجا، ساختارهای غده مانندی نیز روی ریشه و گره های زیرین کارا و بخشهایی از کلادوفورا تشکیل می شوند که نقش ذخیره سازی مواد غذایی را دارند. این غده ها پس از جدایی از ریسه مادر، گیاه مستقلی را تولید می نمایند.

ج- جوانه زدن: در برخی جلبکها مانند پروتوسیفون گزارش شده اند. این ساختارها مراحل اولیه تشکیل را روی پایه مادر گذرانده و سپس از آن جدا می شوند.

2 - **تولید مثل غیر جنسی**: تولید مثل غیر جنسی توسط اسپورهای متحرک و غیر متحرک حاصل از تقسیم میتوز یا میوز انجام می شود که بدون لقاح یا ترکیب با یکدیگر، فرد جدیدی را می سازند. این اسپورها بر حسب ساختارخود به انواع زیر قابل تقسیم می باشند؛

الف- زئوسپور: زئوسپورها سلولهای هاپلوئید یا دیپلوئید فاقد دیواره، متحرک و تاژکدار، دارای یک تیغه کلروپلاستی و یک لکه چشمی هستند. زئوسپورها دارای یک تاژک (مانند اکتوکارپوس)، چهار تاژک (مانند ماکروزئوسپورهای اولوتریکس) یا تعداد زیادی تاژک (مانند اودوگونیوم) می باشند. سلول مادری زئوسپور، زئوسپورانژیوم نامیده می شود که می تواند مستقیما به یک زئوسپور منفرد تبدیل گردد (مانند اودوگونیوم) و یا با تقسیمات متوالی تعداد متعددی زئوسپور بسازد (مانند کلادوفورا). زئوسپورهای تولید شده در شب، با حل شدن دیواره اسپورانژیوم یا از طریق روزن انتهایی آن، در ابتدای صبح رها شده و پس از استراحتی نسبتا کوتاه ، به افراد جدیدی تبدیل می شوند.

ب- آپلانوسپور: اسپور غیر متحرک ، فاقد تاژک و دارای دیواره است که در جلبکهای ساکن خشکی و یا شرایط خشکی برخی جلبکهای آبزی مانند اولوتریکس و میکروسپورا تشکیل می گردد. بر حسب تعداد تقسیم، تعداد آپلانوسپور حاصل از یک سلول از یک تا چندین عدد متفاوت است.

پ- هیپنوسپور: به آپلانوسپور غیر متحرک با دیواره ضخیم و قابلیت تحمل دوره طولانی خشکی، هیپنوسپور گویند. در شرایط مساعد هیپنوسپور به زئوسپور تبدیل می شود.

ت- تتراسپور: به اسپورهای چهار تایی، غیر متحرک و هاپلوئید که درون سلول تتراسپورانژیوم در پایه دیپلوئید برخی جلبکها مانند پلی سیفونیا تشکیل می شوند، تتراسپور گویند. تتراسپورها حاصل میوز بوده و پایه هاپلوئید جلبک را می سازند.

ث- آتوسپور: در سندسموس و بسیاری از اعضای راسته کلروکوکالز مانند کلرلا، سلول مادر نوعی آپلانوسپور با تمامی صفات و ویژگیهای خود تولید می کند که تنها کوچکتر از سلول والد است. آتوسپور برای تبدیل شدن به جلبک مادری تنها نیاز به رشد دارد.

ج- آکینیتها: در هنگام تشکیل آکینیتها دیواره سلول رویشی ، ضخیم و مقاوم شده و مواد غذایی فراوان مانند کربوهیدراتها در آن ذخیره می‌گردد. سلول آکینیت، درشت، کروی یا بیضوی شکل، با عمر طولانی و خفته بوده و در برابر شرایط نامساعد مقاوم هستند. این ساختار در بسیاری از جلبکهای کلروفیسه و سیانوفیسه (مانند نوستوک و آنابنا) مشاهده می شود.

چ- اگزوسپور: در برخی سیانوفیسه ها مانند کامی سیفون، با بزرگ شدن سلول مادری بخشی از سیتوپلاسم آن از طریق ایجاد روزن انتهایی خارج شده و آپلانوسپورهای کروی شکلی به نام اگزوسپور تولید می شوند.

ح- اندوسپور: نوعی آپلانوسپور در سیانوباکترهایی مانند درموکارپا، که سلول مادری پس از رشد در چندین سطح از داخل تقسیم شده و چهار تا چندین اندوسپور تولید می نماید.

3 - **تولید مثل جنسی** : در نتیجه آمیزش دو گامت یا سلول جنسی، سلول تخم Zygote بوجود می آید. گامتها در ساختمانهای خاصی به نام گامتانژیوم به وجود می آیند. درصورتیکه گامتهای نر و ماده بر روی دو پایه مجزا ایجاد شوند، جلبک را ناجور ریسه یا هتروتالیک Heterothalic و اگر هردو گامت بر روی یک ریسه به وجود آیند جلبک را جور ریسه یا هوموتالیک Homothalic گوییم. بر حسب ساختار و فیزیولوژی اندامها و گامتهای جنسی و میزان پیچیدگی آنها شش نوع تولید مثل جنسی در جلبکها وجود دارد؛

الف- خود زامی Autogamy : به ترکیب دو گامت از یک سلول مادری برای تشکیل یک هسته دیپلوئید گفته می شود. در این فرآیند فقط دو هسته از یک سیتوپلاسم با هم ترکیب می شوند، لذا ژنهای خارجی در آن دخالت نداشته و افراد حاصل صفات جدیدی را نشان نمی دهند. تولید مثل جنسی خودزامی در دیاتومه ها معمول است.

ب- هام زامی Hologamy : مکانیسم ترکیب دو فرد تک سلولی از سویه های متفاوت (+ و-) به عنوان گامت و تشکیل یک سلول تخم در انواع تک سلولی جلبکهایی مانند کلامیدوموناس و دونالیلا، هام زامی نامیده می شود. از دیدگاه تکاملی به دلیل ترکیب دو سلول با محتوای ژنتیکی متفاوت و امکان بروز صفات جدید، این نوع تکثیر از خودزامی پیشرفته تر است. اما چون دو سلول رویشی صرف تشکیل یک سلول تخم و فرد جدید می شوند، از دیدگاه تکثیر، هام زامی فرآیندی غیر موثر است.

پ- جورزامی Isogamy : در جورزامی دو گامت از نظر شکل، اندازه و فیزیولوژی مشابه بوده و جورگامت نامیده می شوند. معمولا هر دو گامت متحرک و تاژکدار هستند. تولید مثل جورزامی در اولوتریکس و کلامیدوموناس دیده می شود.

ت- ناجورزامیAnisogamy : در این فرآیند دو گامت که با یکدیگر ترکیب می‌شوند، متحرک ولی نامتشابه هستند. در جلبکهایی مانند اسپیروژیرا، زیگنما و اکتوکارپوس، گامتها ظاهری مشابه داشته اما از لحاظ فیزیولوژیک به سویه های مثبت و منفی قابل تقسیم هستند. اما در برخی جلبکها مانند کلامیدوموناس

برونئی و پاندورینا، علاوه بر تفاوتهای فیزیولوژیک گامتهای نر و ماده تفاوتهای ریختی نیز دارند. در این نوع از ناجورزامی گامتهای نر کوچکتر و فعالتر یوده و گامتهای ماده بزرگتر و کند تر هستند.

ث- تخم زامی Oogamy : در پیشرفته ترین نوع تولید مثل گامت نر متحرک و کوچک و گامت ماده ساکن و بزرگ است. گامت ماده در داخل اووگونیوم باقی می‌ماند و گامت نر با تاژکهای خود از آنتریدیوم جدا شده و به طرف آن شنا می‌کند و با آن ترکیب می‌شود.

کاربرد برخی از زی شناوران گیاهی :

عنوان	کاربرد
Spirulina	منبع ویتامین و مینرال - غذای آبزیان - Health food
Dunaliella	آنتی اکسیدان - رنگدانه غذایی - پرو ویتامین Health food - A
Porphyridium	رنگدانه - پلی ساکارید
Haematococcus	رنگدانه
Chlorella	غذای آبزیان - پروتئین - ویتامین C
Scenedsemus	غذای آبزیان - پروتئین - ویتامین
Ochromonas	ویتامین A - E - پروتئین
Chlamydomonas	پلی ساکارید
Anabaena	تثبیت کننده ازت - کود بیولوژیک
Tetraselmis Chaetoceros Nannochloropsis Skeletonema	غذای آبزیان - منبع اسیدهای چرب

" صفات و ویژگیهای برخی از زی شناوران گیاهی "

اسپیرولینا Spirulina :

اسپیرولینا یکی از زی شناورهای غذایی پرکاربرد است که از سوی سازمان جهانی بهداشت به عنوان غذای برتر شناخته شده است اهمیت استفاده از اسپیرولینا به طور عمده به علت ویژگیهای تغذیه ای همچون میزان بالای پروتئین ، ویتامین ها به ویژه ویتامین B12 و پیش ساز ویتامین A ، اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی به ویژه آهن رنگدانه فایلکوسیانین و اسیدهای چرب ضروری به ویژه اسید گامالینولنیک GLA است . ایجاد رنگ درفراورده نهایی ، فواید درمانی ناشی از فیتونوترینت ها و تقاضای روزافزون فراورده های آن ، باعث افزایش استفاده ازاین زی شناور در صنایع غذایی و دارویی شده است .

مکمل های غذایی اسپیرولینا و کلرلا و دونالیلا :

55 تا 77 درصد وزن خشک اسپیرولینا و 45 تا 55 درصد وزن خشک کلرلا از پروتئین تشکیل یافته و محتوی تمام اسید آمینه های ضروری بوده و پروتئین کامل محسوب میگردند . از سویی میزان جذب پروتئین این مکمل ها بالا میباشد . اسپیرولینا منبع غنی از پروتئین با چربی کم ، کالری کم و بدون کلسترول است . قند میکروجلبکها بدون دخالت انسولین جذب شده و به سرعت در بدن انرژی ایجاد می کند همچنین زی شناوران گیاهی منبع غنی از کلسیم ، آهن ، فسفر ، ید ، منیزیم ، روی ، سلنیوم ، مس ، منگنز و غیره بوده و دارای مقادیر قابل توجهی از کاروتنئوئید ، بتاکاروتن ، پلی ساکارید و اسید آمینه های ضر وری می باشند .

استفاده از زی شناوران گیاهی برای بیماریهایی نظیر دیابت ، آنمی (کم خونی) ، بهبود مقاومت بدن ، بیماریهای قلبی مراقبت از پوست و غیره ، ضروری به نظر می رسد . به عنوان مثال کاروتنوئیدهای استخراج شده از دونالیلا ، به مراتب بیشتر از بتاکاروتن معمولی در جلوگیری از گسترش سلولهای سرطانی موثر هستند . این بتاکاروتن به طور عمده در صنایع روغن نباتی ، ماکارونی ، تولید بستنی ، دارو سازی و نیز پرورش مرغ های گوشتی و تخم گذار کاربرد دارد .

ارزش غذایی زی شناوران گیاهی :

در طبیعت ، زی شناوران گیاهی بسیاری از ویتامین ها و عناصر نادر را به محیط آبی اضافه می کنند ، به طور مثال تامین ید به عنوان یک عنصر نادر و اولیه که نقش اساسی و انکار ناپذیری در ساختار بدن موجود زنده دارد از این طریق تامین می گردد . در ذیل به برخی از ترکیبات تشکیل دهنده زی شناوران گیاهی اشاره می گردد :

1- چربی بسیار اندک و کم کالری
2- غنی بودن از فیبر و ضد یبوست
3- غنی بودن از مواد معدنی از جمله کلسیم، آهن، منیزیوم، سلنیوم، روی، مس، پتاسیم، سدیم، و کرم
4- حاوی ویتامینهای B1,B12,B2,B9، ویتامین C، ویتامین E و ویتامین A به شکل بتاکاروتن
5- حاوی کلروفیل بوده و موجب کاهش رشد تومورهای سرطانی می گردند

6- غنی از اسیدهای نوکلئیک سازنده DNA و RNA

7- حاوی اسید های چرب غیر اشباع امگا 3 و 6

8- ضد باکتری و به عنوان عامل سم زدایی کاربرد به سزایی دارد با فلزات سنگینی نظیر جیوه ، سرب، کادمیوم، آرسنیک و سموم حشره کش ترکیب شده و آنها را از بدن خارج میکند

9- کمک به تقویت سیستم ایمنی بدن و پاک سازی سیستم گوارش

10- عامل کاهش فشار خون

11- آنتی اکسیدان قوی و مقابله با رادیکال های آزاد

12- تعدیل کننده هورمونها

13- تاثیر مثبت بر روی پوست و مو

14- بهبود متابولیسم بدن

15- تصفیه کننده کبد و بهبود سلامت تیروئید

16-افزایش دهنده باکتریهای مفید روده

17- ضد التهاب بوده و موجب تسریع در روند التیام زخمها می گردد

کاربرد زی شناوران گیاهی :

1- ارزش غذایی اسپیرولینا

2- استفاده در آبزی پروری (پرورش دو کفه ای ها و تغذیه سخت پوستان)

3- کاهش آلودگی و تصفیه پساب مزارع ماهی و میگو

4- نقش زی شناوران گیاهی در تصفیه فاضلابهای شهری

5- استفاده به عنوان سوخت زیستی

6- بهره وری در مصارف انسانی

1 - ارزش غذایی اسپیرولینا

هنگامی که اذهان عموم به غذاهایی با ارزش تغذیه ای بالامعطوف گردد ، تخم مرغ و گوشت گاو در ذهن آنها نقش می بندد. در حالیکه ، اسپیرولینا از نظر مواد مغذی بسیار غنی بوده و به هیچ وجه از غذاهایی اینچنین ، کم ارزش تر نمی باشد . در واقع اسپیرولینا غنی از پروتئین ها ، قندها ، اسیدهای چرب و ویتامین ها است و به همان اندازه غنی از مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، منیزیم، آهن و کاروتن می باشد که معمولا" کمبود این گونه مواد در رژیم غذایی روزانه ما مشهود می باشند . به عبارت دیگر ، پنج ماده مغذی اصلی که بدن ما به آنها نیاز دارد بطور کامل در اسپیرولینا موجود است و به علت جذب گوارشی عالی ، این مواد به آسانی از طریق روده جذب می شوند.

ترکیبات 100 گرم اسپیرولینا

مواد مغذی	اسپیرولینا (100 گرم)
Protein	g80 - 55
Lipid	g7 - 5
Fiber	g10 - 8
Chlorophyll	g5/2 – 1
Total Carotenoid	g4/0 – 2/0
Phycocyanin	g5/9 – 5/2
Potassium	mg2200 - 1100
Calcium	mg700 - 500
Phosphorus	mg720 - 340
Magnesium	mg700 - 250
Fe	mg100 - 50
Pro-Vitamin A	mg30 - 20
r - Linolenic acid	mg1300 - 550
Vitamin B1	mg4 - 2
Vitamin B2	mg5 - 3
Vitamin B6	mg2/1 – 8/0
Vitamin B12	mg3/0 – 2/0
Vitamin E	mg10 - 8
Nicotine acid	mg10 - 8
Inositol	mg180 - 70
Chlorophyll A	mg1500 - 500

2 - استفاده در آبزی پروری (پرورش دو کفه ای ها و تغذیه سخت پوستان)

ریز جلبکها به عنوان منبع غذایی برای تمام مراحل رشد نرم تنان دو کفه ای، مرحله لاروی بعضی از سخت پوستان و مرحله اولیه رشد بعضی از گونه های ماهی ضروری هستند . در تولید انبوه زی شناوران جانوری نظیر روتیفرها، کوپه پودا، آرتمیا و . . .که به عنوان غذای آبزیان دریایی بخصوص مراحل لاروی محسوب می گردند ، نقش اساسی داشته و همچنین کاربرد ناویکولا Naviculla ، نیتزشیا Nitzschia برای ماهیان گرمابی و کیتوسروس Chaetoceros ، اسکلتونما Skeletonema ، نانوکلروپسیس Nannochloropsis ، کلرلا Chlorella در مزارع تکثیر و پرورش میگو به عنوان غذا نقش انکار ناپذیر دارند . برای پرورش دوکفه‌ایها معمولاً از چند گونه ریزجلبک به طور ترکیبی استفاده می‌شود تا اینکه تمام نیازهای جانور تامین گردد که عمدتاً شامل Isochrysis galbara و lutheri farlova و Chaetoceros calcitrans می‌باشند. البته گونه های دیگری نیز در این موارد استفاده می شوند. در پرورش دوکفه‌ای های Abalone از دیاتومه‌هایی مثل Nitzschia و Navicula استفاده می‌شود. رشد صدف آبالون تغذیه شده با اسپیرولینا بسیار چشم گیر تر از صدف تغذیه شده با کنجاله سویا، مخمر torula ، کازئین و اکلونیا ماکسیما خشک می باشد .

در تکثیر و پرورش میگو از دیاتومه های Skeletonema spp , Chaetoceros spp استفاده می شود همچنین در پرورش روتیفر نیز از گونه های , Isochrysis sp, P.lutheri,T.suecia Nannochloropsis spp استفاده می گردد .

3 - کاهش آلودگی و تصفیه پساب مزارع ماهی و میگو

در پساب مزارع میگو به مقدار زیادی مواد زائد مثل آمونیاک ، مواد آلی محلول و معلق ، ویروس ها ، باکتریهای بیماری زا ، انگل ها و همچنین سایر پارازیت ها ، نوترینتهایی همچون نیترات ، نیتریت و فسفات و ... وجود دارد که با پرورش زی شناوران گیاهی با استفاده از پساب خروجی مزارع پرورش میگو و ماهی ، علاوه برکاهش بار آلودگی، با کمترین هزینه می توان بیشترین بهره برداری را نمود . زی شناوران میتوانند نقش ارزنده ای را در تصفیه پسابها ایفا نمایند و قادرند تسریع لازم را در حذف مواد مغذی، فلزات سنگین، مواد آلی و پاتوژنها در پسابها به عمل آورند .

نکته قابل توجه در تصفیه پسابها همزیستی و همکاری زی شناوران با باکتریها در فرآیند تصفیه می باشد . در این ارتباط، زی شناوران گاز دی اکسیدکربن تولیدی حاصل از فعالیتهای متابولیسمی باکتریها را جذب کرده و در فرآیند فتوسنتز برای تولید ترکیبات مختلف مورد استفاده قرار می دهند و از طرف دیگر اکسیژن تولیدی زی شناوران در فرآیند های متابولیسمی باکتریها مورد استفاده قرارمی گیرد .

4 - نقش زی شناوران گیاهی در تصفیه فاضلابهای شهری

فاضلابهای شهری حاوی مقادیر قابل توجهی از مواد آلی و معدنی می باشد . یکی از روشهای رایج در تصفیه فاضلابهای شهری، ایجاد حوضچه های سیمانی کم عمق و با وسعت زیاد است . رشد جلبکها در این حوضچه ها باعث افزایش اکسیژن آن می شود . افزایش اکسیژن نیز سبب زیاد شدن میکروارگانیزم هوازی در آب شده و در نتیجه فعالیت آنها ، مواد آلی موجود در آب تجزیه می شود .

فاضلاب ها ، میکروارگانیزمهای فاسد و پوسیده را در خود پناه داده و پرورش می دهد. استفاده از ریز جلبک های سبز و کوچک اندام نظیر: *Euglena* ، *Chlamydomonas* ، *Chlorella* در مسیر کانال خروجی مخازن بزرگ و کم عمق فاضلابی (اکسیداسیون فاضلابی) سریع ترین و کم هزینه ترین روشی است که به طور موثر می تواند مواد فاسد و خطرناک را به کود های با ارزش و بدون بو تبدیل کند (همانند کاتالیزور عمل می کند).

رشد این جلبک ها به عنوان گیاه تصفیه کننده در کانال های فاضلاب ها نیزحائز اهمیت است. این جلبک ها برای انجام فعالیت های متابولیسم خود نیترات ها و فسفات ها را مصرف کرده و با انجام فرایند فتوسنتز، اکسیژن آزاد می کنند و اکسیژن آزاد شده به باکتری های هوازی کمک می کند تا در تجزیه مواد خام فاضلاب ها فعال باشند.

فاضلاب (پساب) انسانی در عرصه های مختلف شهری، کشاورزی و یا صنعتی تولید می شودکه امروزه تأکید زیادی بر جمع آوری و رفع آلودگی از انواع پسابها انجام میگیرد؛ به این علت که پسابها توانایی بالقوه ای در آلوده سازی منابع غذایی و آبها دارند و همچنین محیط بسیار مناسب و مساعدی برای رشد انواع مختلف میکروارگانیسمهای بیماریزا به شمار می روند. بنابراین مدیریت پسابها و رفع آلودگی از آنها اهمیت زیادی پیدا می کند. سیستمها و روشهای مختلفی جهت تصفیه پسابها طراحی شده اند که هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارند . زی شناوران میتوانند نقش ارزنده ای را در تصفیه پسابها ایفا نمایند و قادرند تسریع لازم را در حذف مواد مغذی، فلزات سنگین، مواد آلی و پاتوژنها در پسابها به عمل آورند .

5 - استفاده به عنوان سوخت زیستی

سوخت زیستی نوعی از سوخت است که از منابع زیست توده یا بیومس به دست می آید . این سوخت شامل بایودیزل ، اتانول مایع ، متانول و سوخت های دیزل گازی می باشد . از منابع اولیه سوخت های زیستی می توان به ضایعات چوبی ، تفاله های محصولات کشاورزی ، نیشکر ، غلات ، روغن گیاهان و سبزیجات اشاره نمود . مزایای ذاتی جلبک ها نسبت به دیگر محصولات روغن دار سبب شده که با کمک مهندسی ژنتیک شرایط تولید سوخت زیستی اقتصادی در ایران فراهم شود . محققین ایرانی در حال مطالعه روی ریزجلبک ها به منظور تولید سوخت زیستی هستند . در محیطهای آبی نظیر دریاها دانشمندان مشغول کشت گیاهانی هستند که می توان از آنها سوخت های زیست محیطی تهیه نمود .

بهره وری در مصارف انسانی

میکروجلبکها با همه امتیازات برجسته، ارزنده ترین ماده زیستی روی کره زمین محسوب می شوند و از قدرت تکثیر بالایی برخوردارند به عنوان مثال کلرلا حاوی بیشترین میزان کلروفیل در بین تمام گونـه هـای گیاهی شناخته شده است . این جلبک به دلیل محتوای غنی و کامل خود، کمبودهای احتمالی در رژیم غذایی را از طریق تامین پروتئین، فیبر، ویتامینها، عناصر معدنی و غیره جبران می کند. کلرلا از جلبکهای تک یاخته ای آبهای شیرین است و به راحتی به صورت انبوه کشت می شود. در کشور کوچک تـایوان سـالانه بـیش از 1500 تن پودر جلبـک کلـرلا تولیـد مـی گـردد. ایـن جلبـک در حـدود 30٪ پـروتئین، 15٪ چربـی، 30٪ کربوهیدرات و 5 ٪ مواد معدنی دارد و در شرایط مناسب تا 50٪ وزن خشک این جلبک را پـروتئین و 5/8٪ آن را چربی ها تشکیل می دهند. پروتئینهای کلرلا تمام اسیدهای امینه ضروری را دارا هستند، از ایـن رو در مسافرتهای فضایی به عنوان غذا مورد استفاده قرار می گیرند. برای تأمین غذای فضا نوردان در مسـافرتهای طولانی، دانشمندان با استفاده از کلرلا، یک چرخه اکولوژیک طراحی کرده اند.

پراکنش زی شناور ان گیاهی ایران و جهان :

زی شناور گیاهی توزیع گسترده ای در جهان دارند و حضور آنها از مناطق سردسیر تا مناطق معتدله و حاره گزارش شده است . به عنوان اولین زنجیره غذایی اکوسیستم های آبی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند . به طوری که اسپیرولینا علاوه بر دریاچه تگزاکونو، در آفریقای مرکزی در اطراف دریاچه های چاد و نیجر و در آفریقای شرقی در امتداد دره گریت ریفت به طور طبیعی موجود می باشد .

بیش از 200 گونه مختلف زی شناور گیاهی ها در مناطق مختلف کشور شناسایی شده به نحویکه حدود 41 گونه زی شناور گیاهی در دریای خزر و تالاب انزلی ، 92 گونه زی شناور در خلیج فارس 25 گونه در دریای عمان و تعداد زیادی در دیگر مناطق کشور نظیر دریاچه ارومیه ، دریاچه پریشان ، دریاچه کافتر ، سد ارس ، سد منجیل، گرگان رود تجن سپید رود و... مورد شناسایی قرار گرفته است . در ایران کشت و پرورش زی شناور گیاهی رو به گسترش بوده و در حال حاضر در جزیره قشم ، استان گیلان و استان آذربایجان

شرقی کشت صنعتی ریز جلبکها صورت می گیرد . در سال 67 در ارومیه 13 گونه زی شناور گیاهی شناسایی شد که با بالا رفتن شوری آب تعداد آنها در سال 74 به 6 گونه رسیده و باز هم با بالا رفتن شوری طبق آخرین شناسایی فقط یک گونه دونالیلا Dunaliella مقاومت کرده است .

سوابق پرورش زی شناوران گیاهی :

از صدها سال پیش مردم کشورهای مختلف آسیایی از جمله چین، ژاپن ، تایلند و ...، با خواص جلبکها آشنا بوده و علاوه بر مصرف غذایی برای تأمین املاح و ویتامینهای مورد نیاز بدن، از خواص دارویی آن نیز بهره مند می شده اند. وجود ذخایر طبیعی انواع زی شناوران گیاهی وافزایش تقاضای جهانی برای این محصولات، موجبات پیشرفت علوم وکشف ویژگیهای فیکوکلوئیدها (phycocolloids) و کاربردهای متنوع آنها در صنایع گوناگون سلامت انسانی و پرورش مراحل لاروی انواع آبزیان را فراهم نموده و به دنبال آن باعث توسعه کشت و پرورش آنها گردیده است، بطوریکه هم اکنون در بسیاری ازکشورهای ساحلی، گونه های مختلفی از زی شناور گیاهی در سبد غذایی خانوار ها قرارگرفته است .

فاکتورهای موثر در کشت زی شناوران گیاهی :

1- فاکتورهای فیزیکی

2- فاکتورهای شیمیایی

1 - فاکتورهای فیزیکی :

نور : به عنوان منبع تولید انرژی در گیاهان شناخته شده است و در تولید جلبک نیز از دو منبع تولید نور جهت شکوفایی جلبکی استفاده می شود که عبارتند از :

الف)منبع نور مصنوعی

امروزه برای تامین نور مورد نیاز آزمایشگاه کشت زی شناوران و سیستم های پرورش زی شناور در داخل سالن از لامپ های فلورسنت استفاده می شود . میزان شدت نور در حدود 2000 – 5000 لوکس با استفاده از 1 – 3 رشته لامپ تنظیم می گردد و مدت نوردهی به کشتها با توجه به نوع جلبک از 24 تا 72 ساعت متغیر می باشد .

ب)منبع نور طبیعی(نور خورشید)

در سیستمهای پرورش جلبک در خارج از سالن و در محیط های باز از نور طبیعی (خورشید) استفاده می شود. درضمن باید توجه داشت که نور شدید تا حدودی باعث افزایش سرعت رشد جلبک ها و در محدوده بالاتر موجب خرابی آنها در کوتاه مدت می شود .

دما : یکی از عوامل مهم در سرعت رشد جلبک ها ، دما است . اصولا ، تجربه ثابت نموده که در دمای 26 الی 29 درجه سانتیگراد، بهترین حالت رشد جلبکی وجود دارد و شکوفایی در حدود 28 الی 36 ساعت رخ می دهد. در دمای پایین تر، رشد جلبکی کاهش یافته و حتی مدت شکوفایی در در دمای پایین تر از 20 درجه

سانتیگراد به 3-4 روز می رسد و همچنین در دمای بالای 32 درجه سانتیگراد، در بعضی از موارد، خرابی سلولی و رسوب کشت ها اتفاق می افتد.

کیفیت آب : آب بطور کلی در بر گیرنده کلیه مشخصات فیزیکی, شیمیایی و میکروبی می باشد. کیفیت آب یکی از مهمترین عوامل در رشد جلبکها می باشد .

pH آب : pH آب یک عامل مهم برای پرورش زی شناور گیاهی ها است ، pH بین 8/5-7/5 برای کشت زی شناوران گیاهی مطلوب است.

شوری : زی شناوران گیاهی دریایی تغییرات شوری را بخوبی تحمل می کنند ولی اغلب زی شناوران گیاهی در شوری های پایین تر از محیط طبیعی ، رشد بهتری دارند. برای کاهش شوری از آب شیرین استفاده می شود . شوری مطلوب برای کشت زی شناوران دریایی 20 الی 24 قسمت درهزار (PPT) می باشد..

شفافیت آب : آب مورد استفاده برای کشت زی شناوران باید عاری از هر گونه ذرات معلق بوده و کاملا صاف و شفاف باشد.

تبخیر: تبخیر شدید باعث افزایش غلظت نمک و مشکلات ناشی از آن خواهد شد .

رطوبت : رطوبت بسیار بالا باعث جلوگیری از تبخیر شده و این عمل باعث افزایش دمای محیط کشت حتی تا حدود40 درجه سانتی گراد خواهد شد که در تولید انبوه زی شناور گیاهی ، یکی از عوامل محدود کننده می باشد.

2 - فاکتورهای شیمیایی:

فاکتورهای شیمیایی نقش مهمی در تعیین وضعیت کمی و کیفی رشد زی شناوران دارد. بیشتر ریز جلبکها از نوع اوکسوتروفیک (Axotrophic) هستند. یعنی احتیاج به برخی ویتامین ها دارند. زی شناوران اوکسوتروفیک قادر به سنتز ویتامین های ضروری نیستند لذا ویتامین ها را باید از محیط آبی جذب نمایند. ویتامین های اصلی که مورد نیاز زی شناوران تشخیص داده شده اند عبارتند از:B12، B1 و بیوتین.

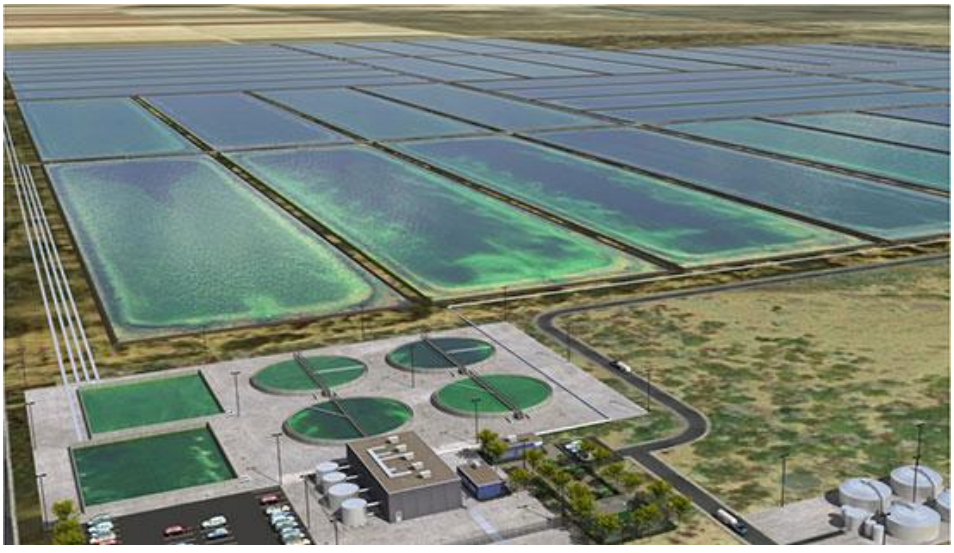
" شیوه های تولید "

سیستمهای کشت ریز جلبک ها از نظر حجم کشت در محدوده ای بین 100 لیتر (برای تولید ترکیبات آلی نشاندار یا ایزوتوپ های پایدار) تا بیشتر از 10 به توان 10 لیتر (کشت دونالیلا سالینا) قرار می گیرند . برای مقاصد تجاری در کنار سیستم های کشت ویژه که مقیاسی کوچک در حد کمتر از 1000 لیتر دارند ، استخرهای روباز ، استخرهای دارای بازوهای چرخان ، استخرهای با جریان سریع و کیسه های بزرگ نیز مورد استفاده قرار می گیرند .

عوامل مختلفی در انتخاب نوع سیستم کشت ریز جلبکها نقش دارند که مهم ترین آنها شامل نوع ریز جلبک ، مواد غذایی ، میزان مصرف انرژی ، نوع محصول نهایی ، قیمت زمین و همچنین آب و هوای منطقه (برای کشت های روباز) می باشند .

بیشتر گونه های ریز جلبکی مانند کلرلا ، اسپیرولینا ، دونالیلا که امروزه استفاده تجاری وسیعی دارند ، به این دلیل حائز اهمیت هستند که قادرند در محیط های کشت انتخابی سیستم های روباز رشد نمایند بدون آن که توسط سایر گونه های ریز جلبک ها و پروتوزوآها آلوده شوند . به عنوان مثال ، کلرلا در محیط کشت غذایی غنی ، اسپیرولینا در pH های بسیار قلیایی و غلظت زیاد بی کربنات و دونالیلا سالینا در غلظت بالای نمک به خوبی رشد می کنند .

سایر گونه های ریز جلبکی که توانایی رشد و نمو در این قبیل محیط های کشت انتخابی را ندارند باید در سیستم های بسته کشت داده شوند . اغلب ریز جلبک های دریایی که به عنوان غذای آبزیان مورد استفاده قرار می گیرند (مانند اسکلتونما ، کتوسروس ، تالاسیوسیرا ، تتراسلمیس) و دینوفلاژله هایی مانند کلرلا کنی که منبع تولید اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره می باشند از جمله ریز جلبک هایی هستند که باید در محیط های بسته کشت داده شوند . زیرا تا کنون محیط کشت ویژه ای برای رشد آنها در سیستم های روباز ذکر نشده است . همان طور که پیشتر نیز بیان شد معمولاً سیستم های کشت ریز جلبک ها را به دو نوع سیستم های کشت باز و سیستم های کشت بسته تقسیم بندی می کنند که در این قسمت به تشریح آنها خواهیم پرداخت .



: indoor

روش آزمایشگاهی است که در داخل اتاق آزمایشگاه کشت داده می شود که در مراحل اول از لوله های آزمایش 15- 20 میلی لیتری برای کشت شروع کننده استفاده می شود و پس از گذشت 1- 2 روز در داخل شیشه های سرم یا ارلن مایر 1 لیتری ریخته و استفاده می شود . این محیط کاملا استرلیزه بوده و نباید

کوچکترین آلودگی داشته باشد. نهایتاً جلبکهای کشت داده شده در ظروف پلاستیکی 10 تا 30 لیتری و پس از آن به بشکه های 150 لیتری انتقال داده می شود .

پس از تکثیر و رشد ، سلولهای جلبکی در بشکه ها ذخیره شده و محتویات بشکه ها به بشکه های 1000 لیتری انتقال می یابد . کل این فرآیند حدود 20 تا 30 روز بسته به فصل ، دما ، نور و غیره طول می کشد .

سیستم های کشت روباز :

تقریباً 99 % تولید کنندگان جهانی از این روش برای تولید محصولات مورد مصرف انسانی استفاده می کنند . از دیگر مزیتهای این سیستم امکان کشت خالص گونه های مختلف جلبک با مساعد کردن شرایط محیط کشت است . تامین آب مناسب در این روش بسیار آسان است و اکثر مواد مغذی مورد نیاز برای کشت جلبک را می توان مستقیماً از آب دریا تامین کرد و نیازی به تزریق مصنوعی این مواد همانند سیستمهای فتوبیوراکتور نیست . سیستم های باز قابلیت کنترل نور و دما را ندارند . فصل رشد به منطقه بستگی دارد و عمدتاً محدود به ماه های گرم سال است . سر پوشیده کردن استخر به وسیله روکش شفاف ، آن را به یک سیستم گلخانه ای تبدیل می کند و بسیاری از مشکلات ناشی از باز بودن سیستم را حل می کند . این روش این امکان را فراهم می کند تا گونه های بیشتری را در آن پرورش دهیم و فصل رشد جلبکها را طولانی تر کنیم . در صورت گرم بودن استخر ، تمام سال رشد خواهیم داشت .

در استخرهای روباز اختلاط محیط کشت ریز جلبکها بر اساس هزینه ، میزان و نوع محصول تولیدی متفاوت است . امروزه کشت ریز جلبکها برای مقاصد تجاری و صنعتی اکثراً در استخرهای روباز انجام می شود . به این علت که ساخت و نگهداری استخرهای روباز راحت تر است و ارزان تر تمام می شود .

کنترل آلودگی در استخرهای روباز یکی از مهم ترین مسائل مطروحه در بیوتکنولوژی ریز جلبک ها است . نخستین اقدامات انجام شده برای کنترل آلودگی شامل استفاده از پوشش های ساده پلاستیکی در سطح استخرها و یا ایجاد ساختار گلخانه مانند روی استخر است . این اقدامات می توانند سبب افزایش طول دوره کشت ، ثابت نگه داشتن دما در طول شب و فصول سرد شوند .

تقسیم بندی های متنوعی در مورد انواع سیستم های کشت روباز ریز جلبک ها وجود دارد . با این حال ، مهم ترین آنها که می توانند به نوعی گروه های بیشتری را در بر گیرند شامل موارد زیر هستند:

الف) دریاچه ها و استخرهای طبیعی

ب) سیستم های شیب دار

ج) استخرهای دارای بازوهای چرخان

د) استخرهای با جریان سریع

الف) دریاچه ها و استخرهای طبیعی

هنگامی که ریز جلبکها در شرایط آب و هوایی مناسب و مواد غذایی کافی قرار می گیرند قادرند به مقیاس وسیعی در محیط های طبیعی رشد نمایند . به عنوان مثال در کشور میانمار در برخی مناطق به علت فعالیتهای آتشفشانی آب برخی از دریاچه ها خاصیت قلیایی پیدا کرده اند که محیط مناسبی برای رشد آرتروسپیرا فراهم می آورند . بزرگترین استخرهای طبیعی که برای تولید تجاری ریز جلبک دونالیلا استفاده می شوند در استرالیا قرار دارند که از آنها بالغ بر 6 تن بتاکاروتن درسال به دست می آید .

ب) سیستم های شیب دار

سیستم های شیب دار طوری طراحی شده اند که در آنها محیط کشت ریز جلبکها روی یک سطح شیب دار به طور مداوم از بالا به پایین جریان می یابد . جریان گردابی که توسط نیروی جاذبه ایجاد می شود مهم ترین عامل یکنواخت سازی محیط کشت در این نوع از سیستم ها است . سیستم های شیب دار محدودیت هایی نیز دارند . به عنوان مثال در این سیستم ها سلول های ریز جلبکی در مناطقی که شدت جریان گردابی کاهش می یابد رسوب می کنند و در نتیجه سرعت تبخیر آب و همچنین سرعت از دست دادن دی اکسید کربن در آنها بسیار بالاست .

ج) استخرهای دارای بازوهای چرخان

در این سیستم ها عمل اختلاط و همزدن محیط کشت توسط بازوهای چرخان انجام می گیرد در این سیستم هزینه ساخت بالاست و انرژی زیادی برای انجام عمل اختلاط در آنها مصرف می شود . با این حال از این سیستم ها در کشورهایی مثل ژاپن ، تایوان و اندونزی برای تولید توده زیستی از کلرلا استفاده می شود .

د) استخرهای با جریان سریع

این سیستم ها در بیشتر طرح های صنعتی برای تولید توده زیستی از آرتروسپیرا به کار می روند و سطحی در حدود 1000 تا 5000 متر مربع را در بر می گیرد . عمل اختلاط در هر واحد به وسیله چرخ های

پاروئی انجام می شود . در طول روز به طور مداوم در جلوی چرخ پاروئی ، محیط کشت جدید اضافه می گردد و توده زیستی از پشت این چرخ برداشت می شود . به منظور جلوگیری از رسوب مواد و توده زیستی چرخ پاروئی شکل به طور مداوم کار می کند . مقدار توده زیستی در مقایسه با فتوبیوراکتور ها پایین تر است . ساده ترین نوع این استخرها توسط کندن یک گودال کم عمق در زمین و پوشاندن سطوح آن با صفحات پلاستیکی ساخته می شود .

سیستم کشت بسته

کشت بسته یا فتوبیوراکتور ها ، راکتورهایی هستند که در آنها میکروارگانیسم های فتوتروف (انواع باکتریایی ، ریز جلبک ها و یا سلول های گیاهی) به منظور انجام یک واکنش فتوبیولوژی کشت داده می شوند .

فتوبیوراکتورها ، یک محیط کشت بسته را فراهم می آورند که در برابر تهاجم و رقابت با سایر میکروارگانیسم ها ایمن بوده و شرایط کشت ریز جلبک ها در آنها به طور موثری کنترل می شود . علاوه بر این گونه های متنوع تر و بیشتری از یز جلبکها را می توان در چنین محیهای بسته ای کشت داد . در فتوبیوراکتورها ، بخش بزرگی از نور به طور مستقیم فقط به سطح محیط کشت تابیده نمی شود بلکه از دیواره های شفاف راکتور عبور کرده و به سلولهای کشت شده می رسد .

معیارهای مختلف برای طبقه بندی فتوبیوراکتورها وجود دارد اما عمدتاً ، آنها را بر اساس نوع طراحی و روش کار تقسیم بندی می کنند . بر اساس نوع طراحی مهم ترین فتوبیوراکتورها شامل فتوبیوراکتورهای تخت ، لوله ای ، افقی ، شیب دار ، عمودی ، کروی ، چند شکلی و یا مار مانند می باشند .

الف) دسته اول فتوبیوراکتورهایی هستند که عمل اختلاط محیط کشت در آنها با استفاده از پمپ و یا سیستم هوابالابر صورت می گیرد .

ب) دسته دوم راکتورهای تک فاز هستند که داخل آنها توسط محیط کشت پر می شود و عمل تبادل گاز توسط یک انتقال دهنده به صورت جداگانه انجام می گیرد .

ج) دسته سوم راکتورهای دو فازی هستند که در آنها گاز و مایع با هم حضور دارند و تبادلات گازی به طور دائم در خود راکتور انجام می شود .

فتوبیوراکتور های آگزنیک راکتورهایی هستند که تحت شرایط استریل کار می کنند . به این نکته نیز باید توجه داشت که مهم ترین ویژگی راکتورها توانایی آنها در محدود کردن آلودگی هاست . در مقایسه با سیستم های کشت روباز میزان توده زیستی تولید شده در فتوبیوراکتور ها بیشتر است ، مدت زمان کشت ریز جلبکها کاهش یافته و محصولات تولیدی در آنها ، پذیرش و مقبولیت بالاتری در بازار دارند . علاوه بر این فتوبیوراکتورها در گزینش نوع گونه ریز جلبک مورد استفاده انعطاف پذیرترند یعنی گونه های ریز جلبکی متعددی را می توان در یک نوع فتوبیوراکتور کشت داد .

ریز جلبکها در سیستم های بسته قادرند به صورت فتواتوتروف ، میکسوتروف و یا هتروتروف رشد نمایند . به طور مثال در مورد کلرلا ، کشت های هتروتروف در محیط حاوی استات و یا گلوکز به عنوان منبع کربن انجام می شود .

انواع فتوبیورآکتورها

معمولاً فتوبیورآکتورها را به انواع لوله ای ، مسطح یا تخت ، سیلندرهای عمودی و سیستم های کشت دیالیزی طبقه بندی می نمایند که بر اساس ، طیف وسیعی از انواع بیورآکتورها قابل دسته بندی هستند .

الف) فتوبیورآکتورهای لوله ای شکل

ب) فتوبیورآکتورهای ماری شکل

ج) فتوبیورآکتورهای چند محفظه ای

د) مارپیچی

ه) فتوبیورآکتورهای حصار مانند

و) فتوبیورآکتورهای مسطح

و-1- پانل های حبابچه ای مسطح

و-2- صفحات شیشه ای

ز) سیلندرهای عمودی

ح) سیستم های کشت دیالیزی

شرایط و نحوه کشت زی شناوران گیاهی :

پرورش فیتوپلانکتون ها شامل مراحل مختلفی می شود که عبارتند از :

الف) انتخاب محفظه ی مناسب و استرلیزه کردن انها

ب) فورمالسیون و آماده سازی محیط کشت مطلوب

ج) تفکیک گونه های مطلوب برای تکثیر

د) پرورش در آزمایشگاه(پرورش در ظروف آزمایشگاهی و یا تانکرهای بزرگ تحت شرایط کنترل شده حرارتی, نوری, هوادهی

ه) تولید فیتوپلانکتون در مراحل مختلف رشد

ظروفی مانند لوله های آزمایش , ظروف گرد, فلاسک های مخروطی شکل یک لیتری فلاسک های گرد و تخت دو لیتری و شیشه ای 25 لیتری که همگی از جنس پیرکس یا شیشه کورنینگ می باشد, برای پرورش فیتوپلانکتون ها بکار می روند, برای تولیدات انبوه فیتوپلانکتون ها از سیلندرهای شیشه ای که در انتهای آنها مجرایی برای تخلیه در محیط کشت وجود داشته و مخازن دایره ای شکل (5000 لیتری) با انتهای شیب دار به سمت مرکز و مخزن های بتونی استفاده می شوند. برای این ظروف نیاز به هوادهی قوی

است. ظروفی که برای پرورش استفاده می شوند را در ابتدا با اسیدسولفوریک کلرات شستشو داده و با آب مقطر ، آب می کشند . جلبکها موجوداتی با پراکنش جهانی در زیستگاههای مختلف هستند. جهت جمع آوری و نگهداری نمونه ها نیاز به اقداماتی عمومی و گاهاً ویژه برای برخی گروههای جلبکی می باشد. برای مطالعات آزمایشگاهی و شناسایی تاکسونها، بررسی نمونه های زنده دارای اهمیت خاصی است. زیرا بسیاری از جلبکهای میکروسکوپی و فیتوپلانکتونها دارای ساختار ظریفی بوده و به سرعت آسیب می بینند. قبل از اقدام به نمونه برداری از جلبکهای یک منطقه باید به تهیه مجوز لازم جهت نمونه برداری از مناطق تحت حفاظت و پارکهای ملی و منطقه ای پرداخت. احترام به محیط زیست و نمونه برداری در حد لازم و اعتدال و سعی در تاثیرگذاری حداقل بر محیط زیست در این راستا از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بسیاری از نمونه ها تنها در زیستگاههای خاص یافت می شوند، لذا بررسی دقیق تمامی مکانهای یک اکوسیستم از نظر عمق، نفوذ نور، شدت جریان آب، میزان آلودگی، درصد مواد آلی، شناوری یا چسبیده بودن جلبک و بسیاری صفات دیگر می توانند در یک نمونه برداری موفق موثر باشند. نمونه برداری از ایستگاههای مختلف موجب افزایش تنوع نمونه های جمع آوری شده می شود. به عنوان مثال در گندابها و فاضلابها میزان سیانوفیسه ها زیاد است. یا در نمونه برداری از آبهای شفاف و نسبتا سرد احتمال حضور جلبکهایی چون اولوتریکس، زیگنما و هیدرودیکتیون بیشتر است. اما اوگلنا، اسپیروژیر و سیلاستروم بیشتر در سطح آبهای راکد استخرها مشاهده می شوند. جلبکهایی مانند نوستوک به شکل قطعات ژله مانند به صخره ها و سنگهای حاشیه رودها متصل هستند. جلبکهای کارا و نیتلا نیز به صورت غوطه ور در گل و لای ته اکوسیستمهای آبی مشاهده می شوند. جلبکهای خاکزی مانند برخی دیاتومه ها و پروتوسیفون در سطح خاک نمناک پس از بارندگی یافت می شوند. در سطح سنگها و صخره های اطراف چشمه های آب گرم می توان گونه هایی از هتروهورموگونیوم و اوسیلاتوریا را یافت. نمونه برداری و مطالعه جلبکهای خاکزی مشکل تر بوده و اکثرا جهت شناسایی نیاز به کشت در محیط کشت دارند. باید دانست که فیتوپلانکتونها در نقاط سطحی آب تا منطقه نفوذ نور گرد می آیند، لذا نمونه گیری تا این عمق از آب کافی است.

غربالگری از خاستگاههای طبیعی :

گام اول در جداسازی یک زی شناور از خاستگاه طبیعی آن، انتخاب نوع محیط زیست زی شناور با شرایطی ویژه بر اساس اهداف نهایی تحقیق است. به عبارت دیگر، جستجو در زیستگاههای مناسب به منظور افزایش احتمال یافتن نوع خاصی از زی شناور، مراحل بعدی بخصوص مرحله خالص سازی یک سویه با ویژگیهای مطلوب را آسانتر می سازد. به طور عمده، نمونه های خاک و آب ممکن است ازمناطق مختلفی مانند چشمه های آب گرم، یخهای قطبی، فاضلابهای صنعتی، شالیزارها و بسیاری از زیستگاههای دیگر جمع آوری شوند.

بنابراین با توجه به هدفی که در نظرگرفته میشود، زیستگاه مناسب جهت جداسازی زی شناورها انتخاب میگردد. مثلاً اگر هدف جداسازی یک گونه سرمادوست باشد میتوان نمونه را از زیستگاههایی نزدیک مناطق سردسیر تهیه کرد .در مواردی نمونه های حاوی زی شناورها جمع آوری شده باید فیلترشوند

و در مواردی نیز نمونه مستقیماً و بدون نیاز به انجام مرحلهٔ اضافی جهت جداسازی و غربالگری، مورد استفاده قرارمی گیرند. در مواردی که گونه های زی شناوری به صخره ها و پوسته صدفها چسبیده اند باید با تراشیدن، آنها را از سطوح جدا نمود.

غربالگری یا خالص سازی یا جدا سازی :

هرگاه یافتن نوع بخصوصی از زی شناورها با خصوصیاتی ویژه از خاستگاه و محیطهای طبیعی آنها مورد نظر باشد باید به روشهای غربالگری متوسل شویم. به عنوان مثال اگر هدف، پیدا کردن سویه زی شناوری موثر بر آلاینده های محیط زیست باشد یکی از روشهای توصیه شده آن است که در محل آلودگی با آلاینده به جستجوی زی شناورهای مقاوم یا تجزیه کننده آن بپردازیم. مرحله پس از یافتن سویه، خالص سازی، شناسایی و کشت بهینه آن در محیط آزمایشگاهی خواهد بود. بررسی چگونگی ومیزان حذف آلاینده های طبیعی توسط سویه غربال شده در مرحله بعدی قراردارد . غربالگری به طورعمده در چند مرحله انجام میگیرد که در ادامه بحث میشود.

غنی سازی محیط کشت :

در این روش، شرایط مناسب جهت رشد و تکثیر یک گروه خاص مثلاً زی شناورهای فتوسنتزکننده فراهم میشود؛ درحالیکه در آن شرایط سایر زی شناورها رشد نمی کنند. مثلاً برای جداکردن یک 2 تا 3 میلیلیتر از زی شناور فتوسنتزکننده از خاک ابتداء 5 تا 10 میلیگرم از نمونهٔ خاک را به 5 محیط کشت مناسب جهت رشد زی شناورها اضافه میکنیم و به مدت 3 هفته آنها را در پلیتهای میکروبیولوژی، در دمای 25 درجه سانتیگراد نگهداری می کنیم. در صورت نوردهی مناسب به همراه دمیدن هوای حاوی 5 درصد دی اکسیدکربن، پس از طی مدت زمانی، آثار رشد زی شناورهای موجود قابل مشاهده خواهد بود. سلولهای رشد یافته در پلیتهای اولیه را در مرحله بعد به پلیتهای جدیدی منتقل می کنیم تا زی شناور هدف جداسازی گردد.

محیط کشت حاوی املاح و آگار برای جداسازی انواع فتوسنتزکننده و محیط کشت حاوی یک ترکیب آلیِ کربندار برای رشد انواع میکسوتروف قابل استفاده خواهد بود. به دنبال چند مرحله تکرار روند مذکور و تعویض محیط کشت، در نهایت به جداسازی و خالص سازی یک سویه مشخص از زی شناورها خواهیم رسید. در مواردی که نمونه های آب حاوی زی شناورها مورد نظر باشد یک تیمار اولیه ضروری است. در این حالت، با عبوردادن نمونه از صافی مناسب و به دنبال آن شستشوی توده سلولی پشت صافی با آب مقطر استریل، باقیمانده به محیط حاوی آگار اضافه میشود. پس از2 الی 3 هفته انکوباسیون در شرایط نوری و دمایی مناسب، کلنی های پدیدارشده به صورت استریل به محیط مایع و استریل منتقل میگردند تا توده زیستی کافی ایجاد گردد.

جداسازی مستقیم :

در این روش به کمک میکروپیپت سلولهای تکی و یا رشته های تشکیل شده از زی شناور هدف از خاستگاه طبیعی آن برداشت شده و بر سطح یک پلیت آگاردار انتقال مییابد. در یک روش مشابه، به کمک نوعی دستگاه اسپری کننده، نمونه برداشته شده از منبع اولیه به صورت قطرات بسیار ریز روی سطح پلیت اسپری میگردد. پس از انکوباسیون، تک کلونیهای پدید آمده از سطح آگار برداشته شده و به محیط کشت مایع منتقل می گردند.

تولید کشت خالص :

مرحله اصلی و مهم در غربالگری ایجاد یک کشت خالص است. به عبارت دیگر در این مرحله تلاش می شود نمونه مشخصی از زی شناور که فاقد هر نوع ارگانیسم دیگری از جمله باکتری، قارچ، پروتوزوا وغیره باشد، موردکشت قرار گیرد.

انواع محیط کشت :

1- **محیط کشت Miquel**

2- **محیط کشت** Schrebers

3- **محیط کشت** z8

4- **محیط کشت آب دریای غنی شده**

5- **محیط کشت اصلاح شده** Allen

6- **محیط کشت** APSW

7- **محیط کشت** ASW

8- **محیط کشت** Ben-Amotz & Avron

9- **محیط کشت** BG-11

10-**محیط کشت** BOLD

11-**محیط کشت** Botryococos

12-**محیط کشت گیلارد**

13- **محیط کشت** Jhonson

14- **محیط کشت** MN

15- **محیط کشت** PHM - 1

16- **محیط کشت** Sorokin & Krauss

17- **محیط کشت** TMRL

18- **محیط کشت** Volvox

19- محیط کشت Waine

20 – محیط کشت MBL

21-محیط کشت Zarrouk

محیط کشت Miquel

این محیط نیز برای رشد اغلب فیتوپلانکتونها کاربرد دارد. برای ساخت این محیط 0/55 میلی لیتر از محلول A و 0/5 میلی لیتر از محلول B را به یک لیتر آب دریای صاف شده اضافه کنید. برای تهیه محلول A بعد از توزین ، مواد را در یک لیتر آب مقطر حل نمایید. برای تهیه محلول B بعد از توزین، مواد را در یک لیتر آب مقطر حل نمایید.

نام محلول	نام مواد	مقدار مورد نیاز
Solution A	KNO3	20.2 g
Solution B	Na3PO4	4 g
	CaCl2	4 g
	FeCl3	2 g
	Concentrated HClO	2 ml

محیط کشت Schrebers

از آنجا که این محیط کشت حاوی عصاره خاک است برای رشد اغلب فیتوپلانکتونها مناسب است .

برای تهیه عصاره خاک به روش زیر عمل کنید.

یک کیلوگرم از خاک باغ حاصلخیز و عاری از حشره کش را در یک لیتر آب مقطر حل کرده و اتو کلاو نمایید. بعد از یک یا دو روز، فاز رویی عصاره خاک را جدا کنید و مجدداً 30 دقیقه اتوکلاو نمائید. بهتر است این عصاره به صورت تازه تهیه شود و مورد استفاده قرارگیرد. برای کشت دیاتومه ها یک میلی لیتر از محلول سیلیکات نیز افزوده میشود. برای تهیه محلول سیلیکات بعد از توزین ، مواد را در 200 میلی لیتر آب مقطر حل نمایید.

نام محلول	نام مواد	مقدار مورد نیاز
Schrebers medium	Filtrated seawater	1000 ml
	NaNO3	0.1 g
	Na2HPO4	0.02 g
	Soil extract	50 ml
Silicate solution	Na2SiO3.5H2O	8 g
	Distilled water	200 ml

محیط کشت z8

این محیط کشت برای رشد اغلب فیتوپلانکتونها کاربرد دارد. این محیط از چهار محلول ذخیره تشکیل شده است که به ترتیب محلولهای A ، B ، C و D نامیده شده اند. برای تهیه محلول A بعد از توزین، مواد را در 300 میلی لیتر آب مقطر حل نمایید. برای تهیه محلول B نیز بعد از توزین، مواد را در300 میلی لیتر آب مقطر حل نمایید. به منظور تهیه محلول D به این ترتیب عمل کنید : بعد از توزین، مواد را در 500 میلی لیتر آب مقطر حل نمایید. برای تهیه یک لیتر محیط کشت، سه میلی لیتر از محلول A ، یک میلی لیتر از محلول B ، 10 میلی لیتر از محلول C ، و 0/08 از محلول D ، برداشته و به حجم یک لیتر رسانده می شود. دقت شود که خود محلول C از دو محلول جزئی به نام C1 و C2 تشکیل شده است. مقادیر لازم برای ساخت C1 توزین می شود و در 150 میلی لیتر آب مقطر حل می گردد مقادیر لازم برای C2 نیز توزین شده و در 150 میلی لیتر آب مقطر حل می شود 5 .میلی لیتر از محلول C1 با 5 میلی لیتر از C2 در 490 میلی لیتر آب مقطر حل می شود تا محلول C کامل تهیه شود 10 .میلی لیتر از این محلول برای ساخت یک لیتر محیط کشت استفاده می شود.

نام محلول	نام ماده	مقدار مورد نیاز
Solution A	NaNO3	4.71 g
	Ca(NO3)2 .4H2O	5.9 g
	MgSO4.7H2O	2.5 g
Solution B	KH2PO4	9.3 g
	Na2CO3	6.3 g
Solution C	Solution C1-	1.53 g
	FeCl3.6H2O	
	HCL	1.5 ml
	Solution C2-EDTA Na	2.5 g
Solution D	Na2SiO3.9H2O	0.025 g
	H3BO3	1.55 g
	MnCl2 .4H2O	0.115 g
	(NH4)6Mo7O24.4H2O	0.044 g
	KBr	0.06 g
	KI	0.042 g
	ZnSO4.7H2O	0.14 g
	Co(NO3)2.6H2O	0.073 g
	CuSO4.5H2O	0.053 g
	Al2(SO4)3.18H2O	0.24 g
	LiC1.H2O	0.025 g

محیط کشت آب دریای غنی شده

10میلی لیتر از هر کدام از محلولهای A تا E و 250 میلی لیتر از محلولهای F و G را مخلوط کرده و حجم آن با آب مقطر به 1250 میلی لیتررسانده می شود. برای ساخت یک محیط کشت غنی،20 میلی لیتر از این مخلوط با یک لیتر آب دریای فیلترشده مخلوط می گردد.

نام محلول	نام ماده	مقدار مورد نیاز
Solution A	NaNO3 Distilled water	35 g 100 ml
Solution B	Disodiumglycerophosphate Distilled water	5 g 100 ml
Solution C	B12 Distilled water	1 mg 100 ml
Solution D	Thiamine Distilled water	50 mg 100 ml
Solution E	Biotin Distilled water	0.5 mg 100 ml
Solution F	Fe(NH4)2SO4.6H2O EDTA Na Distilled water	351 mg 300 mg 100 ml
Solution G	H3BO3 FeCl3.6H2O MnSO4.4H2O ZnSO4.7H2O CoSO4.7H2O EDTA.Na Distilled water	1.14 g 49 mg 164 mg 22 mg 4.8 mg 1 g 1000 ml

تجهیزات کشت و پرورش زی شناوران گیاهی :

دستگاه اون, اتوکلاو, دستگاه آب مقطرگیری, ارلن مایر 1-2 لیتری, لوله آزمایش, بشر, پیپت, پتری دیش در دار, ظروف 20 لیتری, تانک های 300 لیتری, تانک های یک تا ده تنی, چراغ الکلی, قطره چکان, لام هموسیتومتر, کیت کلرسنج, برس شیشه شور, ترازوی دیجیتالی با دقت 01 /0گرم, هیتر برقی, قیف شیشه ای, مواد شیمیایی و....

مراحل آماده سازی و ضد عفونی کردن آب :

آب دریا زمانی که برای پرورش جلبک استفاده می شود باید عاری از هر گونه جلبک تک سلولی مثل گونه های ناخواسته فیتوپلانکتون ، زئوپلانکتون و باکتری و ... باشد . عبور آب از فیلتر شنی در ورودی طرح ، توریهای میکرونی ، استرلیزه کردن آب توسط عوامل فیزیکی (فیلتر کردن ، پاستوریزه کردن ، تابش اشعه UV) یا روشهای شیمیایی (کلر زنی ، اسیدی کردن ، اضافه کردن ازون) انجام می شود . قرار دادن در اتوکلاو (15 تا 45 دقیقه در 120 درجه سانتی گراد و 20 psi فشار ، بستگی به حجم دارد) یا پاستوریزه کردن (80 درجه سانتی گراد برای 1 تا 2 ساعت) بیشترین کاربرد را برای استرلیزه کردن در لوله های ارلن مایر و شیشه های دهان گشاد را دارد . زمانی که از آب زیر زمینی شور استفاده می شود ، آب به این عملیات نیاز ندارد . این آب معمولاً تهی از موجودات زنده بوده و ممکن است شامل نمک معدنی برای کشت جلبک بدون نیاز به غنی شدن در آینده باشد . در بعضی مواقع آب خوب شامل سطح بالایی از آمونیاک و نمک آهن ، بعد از اکسیداسیون در هوا می باشد .

ضدعفونی کردن آب دو هدف را دنبال می کند که عبارتند از:

1 -استریل کردن یعنی از بین بردن باکتری ها,قارچها,پروتوزواهاو جلبکهای موجود در آب.

2 - پالایش یا تصفیه آب جهت گرفتن مواد معلق در آب

توجیه سرمایه گذاری :

سازمان شیلات ایران به استناد سیاست ها و برنامه ریزی های انجام شده و به منظور تحقق اهداف پیش بینی شده در برنامه توسعه و تامین بخشی از نیاز کشور به پروتئین ، تنوع بخشی به گونه های آبزی و استفاده از کلیه آبهای متعارف و غیر متعارف را در سر لوحه کار خود قرار داده است . در این راستا ، با توجه به محدودیت آب های شیرین (متعارف) و فراوانی آبهای لب شور و شور اعم از زیر زمینی ، دریاچه ها ، رودها ، پشت سدها و غیره در کشور که تا کنون به نحو مطلوب بهره برداری نشده است ، در طی سالیان اخیر استفاده و بهره برداری از سواحل کشور برای پرورش آبزیان از اولویت های وزارت جهاد کشاورزی و سازمان شیلات ایران است . لذا به منظور توسعه آبزی پروری دریایی اعم از ماهی و سایر آبزیان به خصوص جلبکهای دریایی و ریز جلبکها ، شیلات ایران برنامه های متعددی را طراحی و قصد دارد با مشارکت و کمک بخش خصوصی به اجرا در آورد .

برای این منظور جدول هزینه های اولیه ساخت و ساز زیر بنایی تنظیم شده است که با توجه به نوع فعالیت تکثیر و پرورش ریز جلبکها در استخرهای خاکی ، در بیورآکتور و در سیستم مدار بسته میزان آن متغیر می باشد .

جدول شماره 1- برآورد سرمایه گذاری ثابت (زیر بنایی و ساخت و ساز) :

ردیف	عنوان سرمایه	میزان نیاز	ارزش واحد(هزارریال)	هزینه کل
1	زمین اجاره شده از منابع طبیعی(لم یزرع و غیر قابل استفاده برای کشاورزی)	1 هکتار	5	50000
2	هزینه تسطیح اراضی و آماده سازی	1 هکتار	20	200000
3	ساخت تاسیسات ، کانالهای آبگیری ، دریچه های ورودی و خروجی و اتصالات مربوطه	1000 متر	100	100000
4	خاک برداری استخرها	6000 متر	30	180000
5	عایق بندی با استفاده از ژئوممبران (جلوگیری از نفوذ پذیری آب)	6000 متر	200	1200000
	ابزار و تجهیزات سوله (پلاستیک ، لوله و اتصالات)	6000 متر	200	1200000
6	ساخت ساختمان اداری و نگهبانی	70 متر	10000	700000
7	ساخت مجتمع آزمایشگاهی - ساختمان عمل آوری و فرآوری ریزجلبک - انبار	140 متر	10000	1400000
8	هزینه های قبل از بهره برداری	آموزش ، مشاوره ، اخذ مجوزهای لازم	30000	30000
9	جمع		50555	5060000
10	هزینه های پیش بینی نشده	ارائه در کلیه طرحهای تولید و آبزی پروری	2528	253000
	جمع کل		53083	5313000

- **برآورد جدول 1 – 5313000 (هزار ریال)**

جدول شماره 2- برآورد سرمایه گذاری ثابت (هزینه لوازم آزمایشگاهی ، اداری و تجهیزات) :

ردیف	عنوان سرمایه	میزان نیاز	ارزش واحد (هزار ریال)	هزینه کل
1	لوازم و تجهیزات آزمایشگاهی (میکروسکوپ 2 عدد ، هموسیتومتر 3 عدد و سایر تجهیزات جانبی)	شمارش و شناسایی فیتوپلانکتونی	120000	120000
3	سانتریفوژ ، اتوکلاو ، آون	از هر کدام یک عدد	100000	100000
4	پمپ های هوا و تانکهای پلی اتیلنی	حسب نیاز	70000	70000
5	تجهیزات و موارد آزمایشگاهی (موارد مرتبط با فایکولب ، انواع محیط کشت و نمونه برداریهای مربوطه)	حسب نیاز	20000	20000
6	لوازم و اثاثیه اداری	حداقل های نیاز	50000	50000
7	تجهیزات عمل آوری	حسب نیاز	250000	250000
	دستگاه قوطی زنی و متعلقات مربوطه	یک دستگاه	300000	300000
8	فاکس و تلفن	از هر کدام یک عدد	10000	10000
9	کامپیوتر و متعلقات	از هر کدام 2 سری	30000	60000
10	امکانات اقامتی (گاز ، کولر ، بخاری ، یخچال و . . .)	از هر کدام 1 دستگاه	100000	100000
11	کمپرسور ، پمپ های کف کش و آب	در شروع عملیات از هر کدام یک سری	200000	200000
12	سایر تجهیزات (دوربین دیجیتال ، ترازوی دیجیتال)	از هر کدام یک دستگاه	20000	20000
13	سردخانه یا فریزر	یک دستگاه با ظرفیت یک تن	70000	70000
14	نیسان با تجهیزات	یک دستگاه	300000	300000
15	ژنراتور به همراه تجهیزات ، نصب و جایگاه نصب	یک دستگاه	1000000	1000000
16	دستگاه خشک کن	برای شروع عملیات یک دستگاه	50000	50000
17	هزینه های قبل از بهره برداری	اقدامات قانونی برای اخذ مجوزها و آموزشهای مربوطه	20000	20000
18	جمع		2710000	2740000
19	هزینه های پیش بینی نشده	ارائه در کلیه طرحهای توجیه اقتصادی (5%)	135500	137000

	جمع کل		2845500	2877000

- **برآورد جدول 2 – 2877000 (هزار ریال)**

جدول شماره 3 - برآورد هزینه های جاری (مواد و نهاده های اولیه مصرفی) :

ردیف	عنوان و مشخصات مواد	مصرف سالانه	هزینه واحد (هزار ریال)	هزینه کل (هزار ریال)
1	کودهای شیمیایی	1500 کیلو گرم در هکتار	2	3000
2	کودهای حیوانی	6000 کیلوگرم در هکتار	1	6000
3	مواد و لوازم اولیه برای تهیه محیط کشت اسپیرولینا اعم از K2so4 ، Nahco2 ، NaNo3 ،Nacl ،Mgso4 ، Feso4 ، K2hpo4 ، Cacl2 ، EDTA ، H3bo4 ، Znso4 ، Cuso4 ، Mncl2 ، و . . .	در حد معمول	300000	300000
4	آب مقطر گیر ، کپسول اکسیژن	بر حسب نیاز	2000	2000
5	pH متر ، شوری سنج ، کیتهای سنجش فاکتورهای آب	دو سری از هر کدام - برای تعیین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب	40000	80000
6	چکمه ، لباس کار ، روپوش ، دستکش ، کلاه ، ماسک ،	2 سری کامل به تعداد 7 نفر جمعاً 14 سری	750	10500
7	شیکر سطحی	یک دستگاه	20000	20000
8	مواد و لوازم آزمایشگاهی اعم از فرمالین ، مواد رنگ آمیزی ، سلفون و . . .	بر حسب نیاز	35000	35000
9	دستگاه UV به همراه لامپ	1 دستگاه	350000	350000
10	سمپلر	2 عدد	5000	10000
11	قاب مهتابی با لامپ و اتصالات	30 دستگاه با پایه دوتایی	200	6000
12	لوپ یا میکروسکوپ	1 عدد	30000	30000
13	ارلن مایر ، بشر ، انواع پیپت ، لوله های آزمایش ، لام ، لامل ، دما سنج و . . .	بر حسب نیاز	30000	30000
14	سطل ، تشت ، شلنگ و اتصالات ، ظروف پلاستیکی ، یخدان ، سلیکوژل یا رطوبت گیر و . . .	بر حسب نیاز	20000	20000
15	تانک 500 لیتری	10 عدد	2000	20000
16	تانک 1000 لیتری	6 عدد	3800	22800
17	تانک 10000 لیتری	3 عدد	30000	90000

18	تانکر آب شیرین	2 عدد	10000	20000
19	آب شیرین مصرفی	ماهیانه	2000	24000
20	دستگاه بسته بندی	یک دستگاه	5000	5000
21	شلنگ و سنگ هوا و لوازم و اتصالات مرتبط با هوادهی	بر حسب نیاز	10000	10000
22	توریهای پلانکتونی	40 متر مربع	300	12000
23	تایپ و تگثیر	-------	5000	5000
24	هزینه آب ، برق ، گاز ، تلفن و . . .	احتساب ماهیانه	8000 ماهیانه	96000
25	جمع		901053	1207300
26	هزینه های پیش بینی نشده		45052	60365
27	جمع		946105	1267665

- **برآورد جدول 3 – 1267665 (هزار ریال)**

جدول شماره 4 - برآورد هزینه های جاری (خدمات نیروی انسانی و دستمزد) :

ردیف	شرح	تعداد پرسنل	متوسط حقوق ماهیانه(هزار ریال)	حقوق سالیانه + یک ماه پاداش و سنوات (هزار ریال)
1	مدیر عامل	1	25000	350000
2	کارشناس	2	15000	200000
3	کارگر	3	10000	150000
4	نگهبان	2	10000	150000
5	بیمه	-	16000	200000
	جمع	8	76000	1050000

- **برآورد جدول 4 – 1050000 (هزار ریال)**

جدول شماره 5 - هزینه های تعمیر و نگهداری :

ردیف	شرح موارد	ارزش کل (هزار ریال)	درصد	کل هزینه سالانه (هزار ریال)
1	ساخت تاسیسات ، کانالهای آبگیری ، دریچه های ورودی و خروجی و اتصالات مربوطه	10000	1	100
2	عایق بندی با استفاده از ژئوممبران (جلوگیری از نفوذ پذیری آب)	900000	1	9000
3	ساخت ساختمان اداری و نگهبانی	560000	1	5600
4	ساخت مجتمع آزمایشگاهی - ساختمان عمل آوری و فرآوری	1120000	1	11200

	ریزجلبک - انبار			
	جمع	2590000	1	25900

- **برآورد جدول 5 – 25900 (هزار ریال)**

جدول شماره 6 - استهلاک :

ردیف	مشروح هزینه کرد	مبلغ (هزار ریال)	استهلاک	ارزش کل (هزار ریال)
1	ساخت استخرها ، تاسیسات ، کانالهای آبگیری ، دریچه ها ، ساخت ساختمان اداری ، نگهبانی ، انبار ، آزمایشگاه و سالن عمل آوری و فرآوری ریزجلبک - انبار	2590000	% 10	259000
2	عایق بندی با استفاده از ژئوممبران (جلوگیری از نفوذ پذیری آب)	900000	% 10	90000
3	هزینه لوازم آزمایشگاهی ، اداری و تجهیزات	1120000	% 12	134400
4	ادوات و ماشین آلات	1265000	% 15	189750
	ابزار و تجهیزات سوله (پلاستیک ، لوله و اتصالات)	1200000	% 20	240000
5	جمع : 913150			

- **برآورد جدول 913150 (هزار ریال)**

جدول شماره 7 - برآورد هزینه های سرمایه در گردش :

ردیف	شرح هزینه	مبلغ کل (هزار ریال)
1	برآورد هزینه های جاری (مواد و نهاده های اولیه مصرفی)	1267665
2	جدول برآورد هزینه های جاری (خدمات نیروی انسانی و دستمزد)	1050000
3	جدول هزینه های تعمیر و نگهداری	25900
4	سوخت و انرژی	50000
5	استهلاک	913150
	جمع	3306715

- **برآورد جدول 6 – 3306715 (هزار ریال)**

جدول شماره 8 - فروش محصول :

ردیف	ارزش واحد یک کیلوگرم جلبک خشک	میزان تولید ماهانه (6000 متر مربع سطح زیر کشت با عمق نیم متر)	کل تولید سالانه (9 ماه)	ارزش کل تولید سالیانه (هزار ریال

				)
1	700000	900 کیلو گرم	8100 کیلوگرم	5670000

- **برآورد جدول 7 – 5670000 (هزار ریال)**

- با توجه به شناور بودن قیمت دلار ، هر دلار 35000 ریال و هر کیلو گرم جلبک خشک با احتساب 30 دلار برابر 1050000 ریال در نظر گرفته می شود .
- میزان تولید ماهانه با احتساب 0/3 گرم جلبک خشک در هر لیتر با عمق آب گیری 50 سانتی متر در نظر گرفته شده است .
- حجم آبگیری طرح 3000 متر مکعب می باشد .
- با توجه به اقلیم استانهای هرمزگان و سیستان و بلوچستان و نحوه پرورش در طرح مذکور ، فصول پرورش 9 ماه در نظر گرفته می شود .

جدول شماره 9 - کل سرمایه گذاری طرح :

ردیف	شرح	هزینه (هزار ریال)
1	سرمایه گذاریهای ثابت	8190000
2	سرمایه در گردش (هزینه های جاری یک دوره پرورش)	3306715
	جمع کل	11496715

- **برآورد جدول شماره 9 – 11496715 (هزار ریال)**

جمع هزینه های استهلاک سالیانه به علاوه هزینه های جاری ، هزینه کل سالیانه را تشکیل می دهد ، لذا در صورتی که مبلغ مذکور از کل درآمد سالیانه کسر گردد سود ناخالص حاصل خواهد شد ، که پس از کسر اقساط وام بانکی مبلغ باقیمانده سود خالص (ویژه) می باشد .

اعتبار مورد نیاز برای اجرای طرح مذکور از طریق اخذ تسهیلات بانکی میسر می باشد . لذا با احتساب اینکه سهم آورده توسط سرمایه گذار 40 درصد از کل اعتبار طرح در نظر گرفته شده است ضروری است پیگیری لازم به منظور اخذ تسهیلات بانکی به میزان 6000 میلیون ریال در دستور کار قرار گیرد . لذا با عنایت به فرمول ذیل و با در نظر گرفتن سود 15 درصدی برای تسهیلات بانکی ابتدا اقساط سالیانه محاسبه و پس از کسر مبلغ مذکور از سود ناخالص ، سود ویژه یا خالص به دست می آید .

بازپرداخت اصل وام به علاوه بهره بانکی 5 سال در نظر گرفته شده است .

جدول شماره 10 – سود آوری طرح

عنوان	سود آوری طرح تولید ریزجلبک در سطح مفید 6000 متر و تولید 8 تن (کلیه هزینه ها بر حسب ریال محاسبه گردیده است) .
ضریب A	A = (بهره وام به درصد) * میزان وام دریافتی (ریال)
میزان بهره بانکی	A * (1 + 12 ماه * تعداد سال) : 24
قسط هر ماه	میزان وام (ریال) + میزان بهره وام (ریال) : تعداد ماه
سود یک سال	$6000000000 * \% 15 = 900000000$
کل بهره بانکی	900000000 × (5 × 12 + 1) : 24 =2287500000
جمع اصل وام و بهره بانکی	6000000000 + 2287500000 = 8287500000
قسط هر ماه	8287500000 : 60 = 138125000
قسط سالانه	138125000 × 12 = 1657500000
در آمد حاصل از فروش محصول	8100 × 1050000 = 8505000000
هزینه کل سالانه (جمع استهلاک و هزینه های جاری)	913150000+ 3306715000 = 4219865000
سود ناخالص (کسر هزینه کل سالانه از کل درآمد سالانه)	8505000000 - 4219865000 = 4285135000
سود خالص	4285135000- 1657500000 = 2627635000
بنا بر این می توان نتیجه گیری کرد با مدیریت مناسب طی چهار سال با سود خالص سالانه 2627635000 ریال ، کل هزینه کرد های صورت گرفته طرح را که برابر 11496715000ریال می باشد ، پوشش می دهد .	

لیکن می توان نتیجه گیری کرد با اجرای بیوتکنیک نوین و مدیریت مناسب و حمایت دولت ، طرح مذکور از توجیه مناسب و اقتصادی برخوردار بوده و علاوه بر خود کفایی و ایجاد 20 فرصت شغلی مستقیم و غیر مستقیم راه کاری برای جلوگیری از خروج ارز برای واردات این محصول ارزشمند می باشد .

منابع :

1- NORAMBUENA , R . 1996 . Recent trends of seaweed production in Chile . Hydrobiologia

2- SANTELICES , B . 1996 . Seaweed research and utilization in Chile : moving into a new phase . Hydrobiologia

3- Fao

4- Iranian Int. J. Sci. 4(2), 2003

5-International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences
ISSN- 0975-1491
Edis Koru
6-Ege University Fisheries Faculty,Dept. of Aquaculture Algae Culture Lab.Bornova, Izmir Turkey

7-Becker, E. W. & Venkataraman, L. V. (1984). Production and utilization of the blue-green alga Spirulina in India, Biomass,

8-Belay A. (1997). Mass culture of Spirulina outdoors: the Earthrise Farms experience.

9-Vonshak, A. (ed.), Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, Cell Biology and Biotechnology, London: Taylor & Francis, pp.131-158.

10-Cevallos, C.G., Lilia Barrń, B. & Vلzquez-Sلnchez, J. (2008). Toxicologic Studies and Antitoxic Properties of Spirulina, in M.E. Gershwin & Amha Belay (ed.), Spirulina in Human Nutrition and Health, CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton, FL

11-Diraman, H., Koru, E. & Dibeklioglu, H. (2009). Fatty Acid Profile of Spirulina platensis Used as a Food Supplement, The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 61(2)

12-Manual on the production and use of live food for aquaculture (FAO)

بیوتکنولوژی ریز جلبک تالیف دکتر حمید فروتن

بیوتکنولوژی ریز جلبک تالیف دکتر مجتبی شکیبایی

کتاب فیتوپلاکتونها هرمزدیار، کیانمهر.1381

طرح توجیهی شرکت سینا ریز جلبک قشم