

**دستور العمل یا شیوه نامه**

**تولید ریز جلبک ها**

**به روش Bag Culture**



صفحه	فهرست مطالب
3.....	مقدمه.....
3.....	شیوه های تولید.....
4.....	فیتوبگ ها ( کیسه های پلاستیکی ).....
4.....	انتخاب سیستم رشد.....
5.....	جدول مقایسه متداولترین روشهای پرورش ریز جلبک.....
6.....	دوره کشت در روش Bag culture.....
6.....	مبنای محاسبه محصول خشک.....
7.....	ازمایشگاه و امکانات مورد نیاز تولید.....

## مقدمه :

شیوه های تولید ریز جلبکها در دنیا بر اساس دسترسی به دانش فنی ، تجهیزات ، امکانات و حتی قیمت زمین متفاوت است . لذا بدیهی است برخی از پارامترهای در نظر گرفته شده در دستورالعمل ابلاغی که بیشتر با تاکید بر تولید در سیستم آبراهه ای بوده می تواند تغییر یابد که در ادامه ضمن تشریح این شیوه بعضی از فاکتورهای اختصاصی آن آورده می شود.

## 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 . در زیر تعدادی از روشهای کشت نامبرده شده و روش کیسه های پلاستیکی که مد نظر می باشد توضیح داده می شود .

1- روش indoor

2- سیستم های کشت روباز

3- دریاچه ها و استخرهای طبیعی

4- سیستم های شیب دار

5- استخرهای دارای بازوهای چرخان

6- استخرهای با جریان سریع

7- سیستم کشت بسته (فتوبیوراکتور و فیتوبگ ها (کیسه های پلاستیکی)

## فیتوبگ ها (کیسه های پلاستیکی):

این روش یکی از شیوه های تولید در سیستم کشت بسته است و از مزایای بیشتری نسبت به تولید در فتوبیوراکتور های شیشه ای برخوردار است مثلا هزینه های تولید در آن به مراتب کمتر از فتوبیوراکتورهای شیشه ای است . این سیستم به ویژه برای مقابله با معضل محدودیت زمین و سایر مشکلات سیستمهای باز بکار گرفته شدند. این سیستم ها می توانند هم در فضاهای بسته و با استفاده از نورمصنوعی و هم در فضاهای باز با بهره گیری از نور طبیعی کار کنند. این تکنولوژی دوره ای نیست و در کل سال کشت انجام می شود . تنها در صورت آسیب دیدن کیسه ها و میسر نبودن کشت مجدد بایستی کیسه ها تعویض شوند . در واقع در شرایط یکسان وقتی بهره وری در استخرها روزانه 0.15 گرم بر لیتر می باشد ، بهره وری در این سیستم می تواند به 2.15 گرم بر لیتر و یا حتی بیشتر نیز برسد . در سیستم کیسه های پلاستیکی تولید در یک دوره 20 روزه می تواند حتی به 2 تا 3 گرم ماده خشک در لیتر برسد . به عبارتی بین 0.14 – 0.17 گرم در روز خواهد رسید .

## انتخاب سیستم رشد

رشد یا پرورش ریز جلبکها به معنی افزایش اندازه تک سلولها نیست بلکه به معنی افزایش تعداد سلولها است که با اندازه گیری دانسیته سلولها با گذشت زمان سنجیده می شود. رشد ریزجلبک ها به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- نوع ریزجلبک
- دانسیته کشت اولیه
- تکنولوژی تولید
- موقعیت جغرافیایی
- مقدار دی اکسیدکربن در دسترس
- دما
- نور
- میزان شوری منبع آب مورد استفاده
- pH محیط کشت
- اختلاط
- مواد مغذی
- تبادل گاز

انتخاب هر کدام از سیستم های ذکر شده در بالا بمنظور پرورش ریز جلبک ها، بستگی به پارامترهای زیادی دارد که تعدادی از آنها عبارتند از:

- 1 - هزینه سرمایه گذاری اولیه
- 2 - زمین مورد نیاز
- 3 - تولید روزانه

4- ریسک آلودگی

5- تبخیر سطحی

6- انرژی مورد نیاز

7- هزینه های نگهداری

8- پایداری بهره وری ( فصل ، دما ، نور و ...)

در جداول زیر سیستم های تولید شرح داده شده در بالا را با هم مقایسه شده است:

### مقایسه متداولترین روشهای پرورش ریز جلبک

	سیستم باز	استخر بسته	سیستم های لوله ای	سیستم های کیسه پلاستیکی	سیستم در جریان	سیستم بیوراکتور
آب رسان (تن)				100		
محوطه مورد نیاز (مترمربع)	250	250	1200	1200	25	60
تولید روزانه (kg dry wt.)	35	35	80	120	90	145
فضای بهره وری (kg/m <sup>2</sup> /day)	0.14	0.14	0.066	0.1	3.6	2.416
ریسک آلودگی	++++	+++	+	+	++	+
تبخیر	+++++	++++	+	++	+++	+
انرژی مورد نیاز	+++	++	++++	+++	++	+
ولتاژ گرمایشی	+++++	+++++	++++	++	+	++
فضای ستادی مورد نیاز	+++++	+++	++	++	++	+
هزینه نگهداری	+++++	++++	+++	+++	+++	++
نیازهای نگهداری دوره ای	+++++	+++++	++	+++	+++	+
خطاهای برگشت ناپذیر سیستم	+++++	++++	+	++	++	+
امنیت میکروبی	+	++	+++++	+++	++	+++++
ظرفیت تمیز کردن هوا	+	+	+++	++	++	+++++
ظرفیت استفاده از فاضلاب	+	++	++++	++	++++	+++++
میزان بهره وری ( فصل- دما- نورخورشید و غیره)	+	++	++++	+++	+++	+++++

در حالیکه غلظت بیومس ریزجلبکها در سیستم های استخری بین 0.5 تا 1 کیلوگرم بر مترمکعب می باشد این مقدار در سیستم های فتوبیوراكتور به 5 تا 10 کیلوگرم بر متر مکعب می رسد. بنابراین تولید انواع ریز جلبک ، به روش کیسه های پلاستیکی ضمن اینکه یک نوع سیستم بسته به شمار می رود و از بسیاری از مزایای تولید در فتوبیوراكتور برخوردار است اما هزینه های تولید در آن بمراتب کمتر از فتوبیوراكتورهای شیشه ای می باشد .

لذا بر اساس اطلاعات جدول بالا انتظار می رود در یک دوره 20 روزه میزان تولید در هر لیتر 2 گرم به دست آید . بر این مبنای توجه به اینکه در یک سال می توان 300 روز کاری پیش بینی نمود ، کل تولید در سال 30 گرم در لیتر و برای تولید 3 تن نیاز به حجم ابی برابر با 200000 لیتر در سیستم مداوم ( در جریان ) است . به هر حال با توجه به فضای موجود و نحوه طراحی گلخانه چیدمان کیسه ها می تواند به اشکال مختلف اتفاق بیفتد . به عنوان نمونه در صورتی که کیسه ها در 26 ردیف و 30 ستون قرار داده شوند و از هر ستون 4 کیسه ( دو کیسه در جلو و دو کیسه در پشت ) آویزان باشد ، جمعاً 120 کیسه وجود خواهد داشت . با احتساب 70 لیتر محتوی هر کیسه کل حجم برابر با 218400 لیتر می باشد که ما برای سادگی محاسبات آن را 200000 فرض خواهیم کرد . نقشه چیدمان کیسه ها طوری است که فاصله کیسه ها از هر طرف 1.5 متر در نظر گرفته می شود . در ضمن فاصله بین ردیفها نیز 1.5 متر لحاظ خواهد شد .

### **دوره کشت در روش Culture Bag بصورت زیر می باشد:**

الف: تلقیح کشت اولیه (Seed) از پیش آماده شده به درون کیسه ها و اضافه نمودن محیط کشت و تامین شرایط مطلوب از نظر نور، دما و ...

ب: دوره 20 روزه برای رسیدن به مرحله برداشت (رسیدن جلبک به غلظت مناسب )

پ: برداشت نصف مقدار جلبک موجود در کیسه ها

ت : برگشت دادن 90٪ از محیط کشت به درون کیسه ها پس از برداشت جلبک آن و اضافه نمودن 10٪

محیط کشت تازه به هر کیسه

س : تکمیل دوره رشد در 24 ساعت آینده

ش : تکرار عملیات از بند " پ "

### **مبنای محاسبه محصول خشک :**

- 300 روزکاری در نظر گرفته شده است .

- برداشت بطور روزانه در این سیستم به میزان نصف حجم کیسه ها انجام می گیرد:

$$1000001 * 0,1g/l/day * 300 \text{ day} = 3000000 \text{ g} / 1000 = 3000 \text{ kg}$$

در واقع این تکنولوژی دوره ای نیست و در کل سال کشت انجام می شود تنها در صورت آسیب دیدن کیسه ها و میسر نبودن کشت مجدد بایستی کیسه ها تعویض شوند که در این صورت کشت از بند " الف " تکرار

خواهد شد. به همین دلیل تعداد روزهای برداشت در سال بجای 365 روز ، 300 روز در نظر گرفته شده است.

در نتیجه کل فضای گلخانه مورد نیاز برای استقرار کیسه های یاد شده با احتساب کل فضاهای تعریف شده در طراحی ، حدود 2000 متر خواهد بود . سایر فضاها اعم از فضای اداری ، مسکونی ، آزمایشگاه ها ، فضای سبز و ... همانند دستورالعمل ابلاغی این سازمان لحاظ می گردد .

### **آزمایشگاه ها و امکانات مورد نیاز برای تولید عبارتند از :**

1- آزمایشگاه کنترل در حین تولید که در محل تولید مستقر است و به آزمایشاتی از قبیل pH، دما ، بررسی های مرفولوژی ریز جلبک ، پیشرفت فرآیند و .... می پردازد .

2- آزمایشگاه کنترل کیفیت نهایی که کلیه آزمایشهای مورد نیاز فیزیکی ، شیمیایی ، میکروبی و .... را انجام می دهد .

3- فضای اداری که با توجه به فرآیند در قسمت های مختلف مورد نیاز است از جمله دفتر مرکزی برای مدیریت ، امور مالی و بازرگانی ، تحقیقات و بازاریابی و فروش ، اتاق کنترل ، اتاق مهندسين ، اتاق اپراتورهای تولید ، فضای فرآوری محصول و انبار می توان نام برد .

4- زمین مورد نیاز بصورت گلخانه 2000 متر مربع مفید می باشد .

برای تولید مقادیر بیشتر در سال ، فضاهای اداری ، فرآوری و آزمایشگاه تغییر محسوسی ندارند و لی مقدار زمین مورد نیاز برای پرورش می تواند کاهش و یا افزایش یابد . بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که برای داشتن صرفه اقتصادی باید فضای بیشتری به پرورش ریز جلبک اختصاص یابد