



مهر تو زم و رشد تو لید^{۱۴۰۲}

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری
شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

کاربرد ریزجلبک‌ها در صنایع

سخنران:

هادی غفاری

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

۵ دی ۱۴۰۲ - ساعت: ۱۱:۳۰

جلبک ها:

- موجودات گیاه مانند در نزدیکی یا داخل آب

- آغازیان

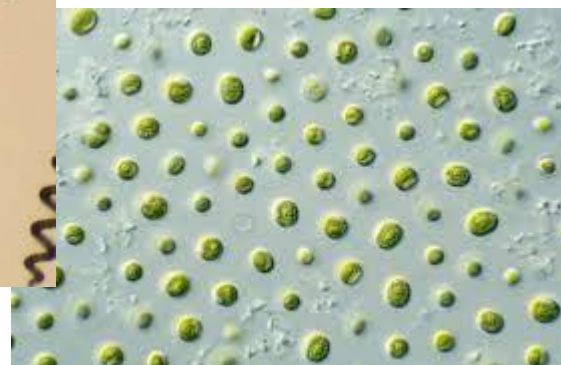
- سبزینه

- فتوسنتز

ساختار جلبک ها:

تک سلولی

چند سلولی یا پر سلولی



زیستگاه جلبک ها

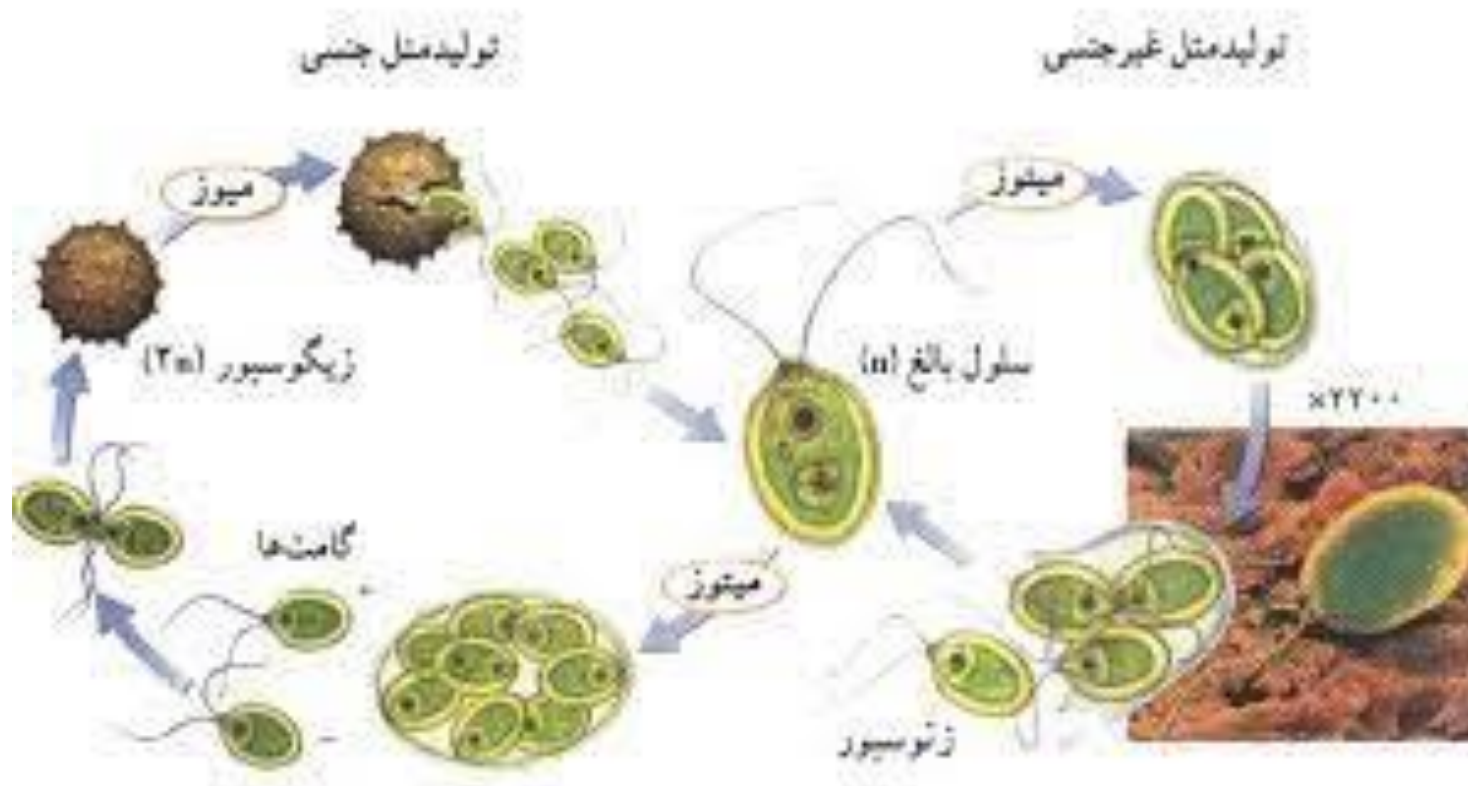


- آب های شور
- اقیانوس ها
- دریاها
- آب های شیرین
- برکه ها
- دریاچه ها
- چوب های جنگلی
- خاک های مرطوب

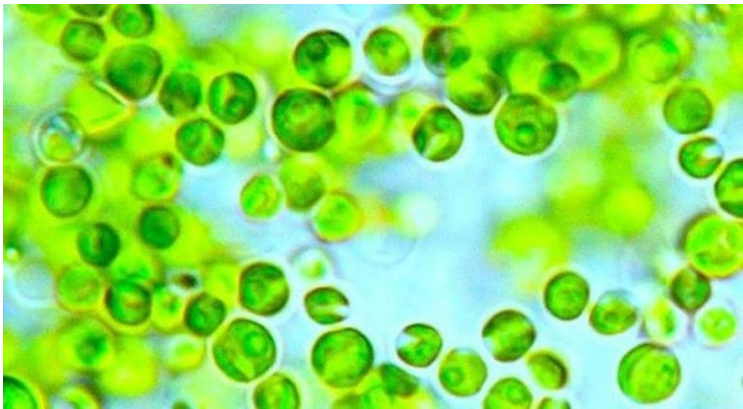
تولید مثل در جلبک ها

- جنسی

- غیر جنسی (رویشی)



انواع جلبک



ریزجلبکها (تک سلولی، کلونی و رشته‌ای)

پروکاریوتها - سیانوباکترها

یوکاریوت - ریزجلبکهای سبز و دیاتومها

فیتوپلانکتونها پایه شبکه غذایی آبزیان را تشکیل می‌دهند

و نقش قابل توجهی در چرخه کربن زمین دارند.



ماکرو جلبکها

- جلبکهای قهوه‌ای

- جلبکهای قرمز

- جلبکهای سبز

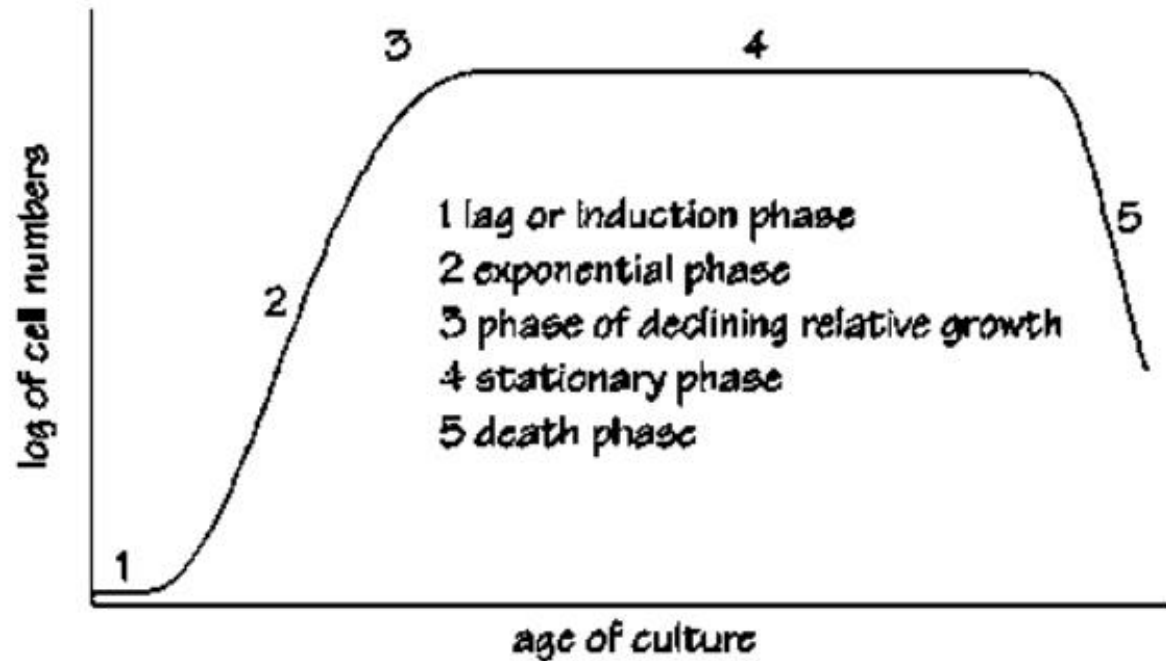
شرایط رشد ریزجلبک ها

Parameters	Range	Optima
Temperature (°C)	16-27	18-24
Salinity (g.l-1)	12-40	20-24
Light intensity (lux)	1,000-10,000	2,500-5,000
	(depends on volume and density	
Photoperiod (light: dark, hours)	16:8 (minimum)	24:0 (maximum)
pH	7-9	8.2-8.7

مراحل رشد ریزجلبک ها

برای رشد ریزجلبک ها ۵ مرحله رشدی قابل تشخیص است:

2.3. Five growth phases of micro-algae cultures.



۱- مرحله القا یا کند (سازگاری)

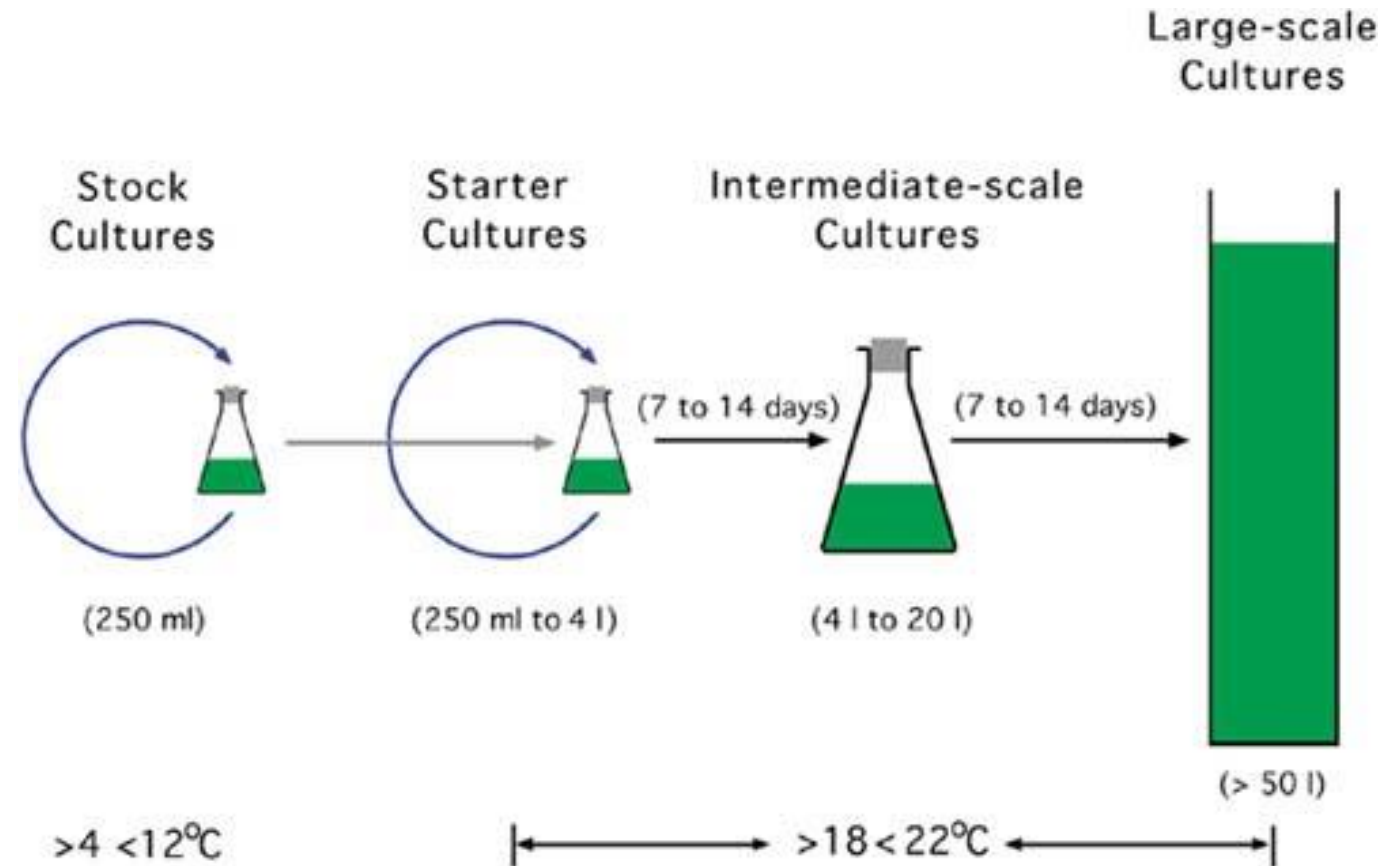
۲- مرحله رشد سریع (لگاریتمی)

۳- مرحله رشد با نسبت کاهشنده

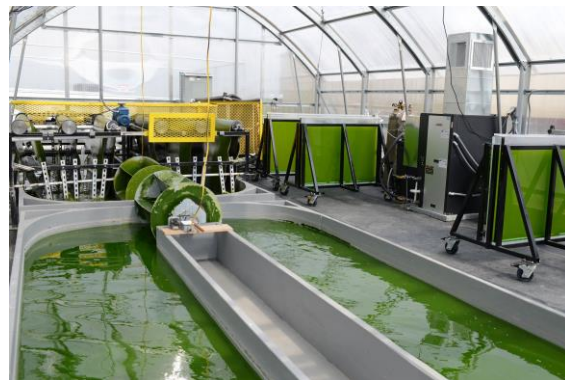
۴- مرحله ساکن یا ایستا

۵- مرحله مرگ یا سقوط

نحوه افزایش حجم کشت ریزجلبک ها



انواع روش های کشت انبوه ریزجلبک ها



Indoor/Outdoor - ۱



Open/close - ۲

روش های کشت انبوه ریزجلبک ها

Batch culture ▪

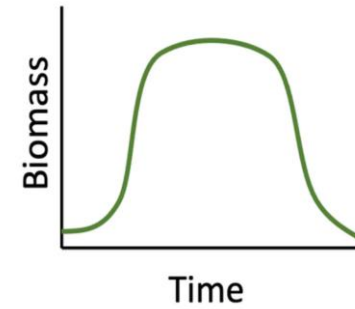
Semi-continuous culture ▪

continuous culture ▪

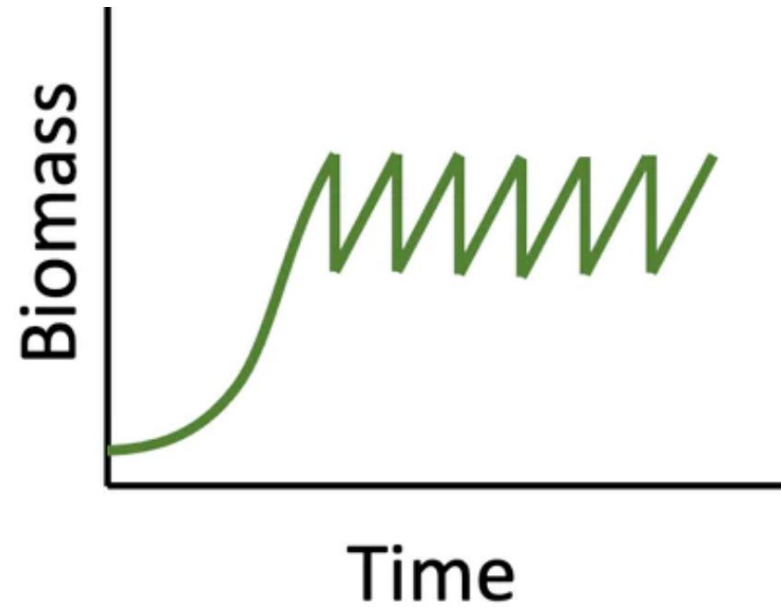
روش های کشت انبوه ریزجلبک ها



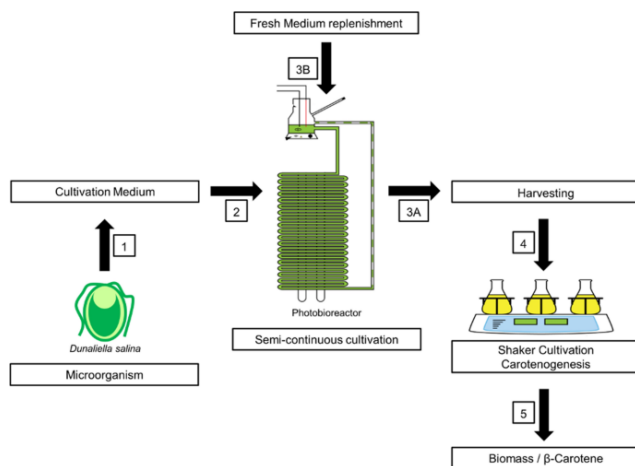
Batch culture - ۱



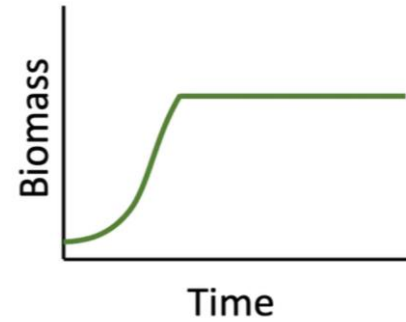
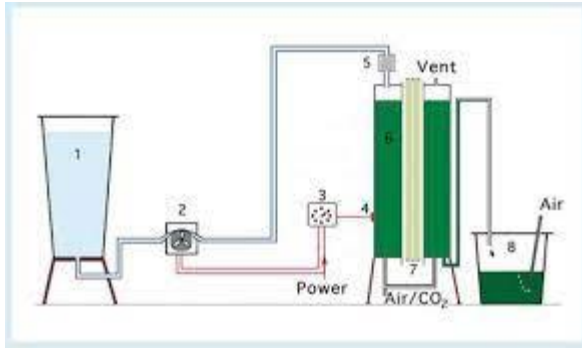
روش های کشت انبوه ریزجلبک ها



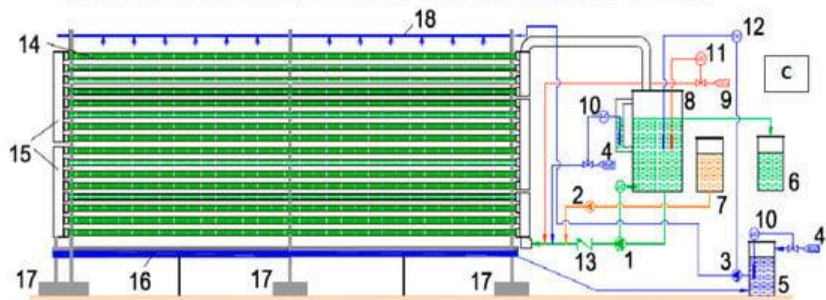
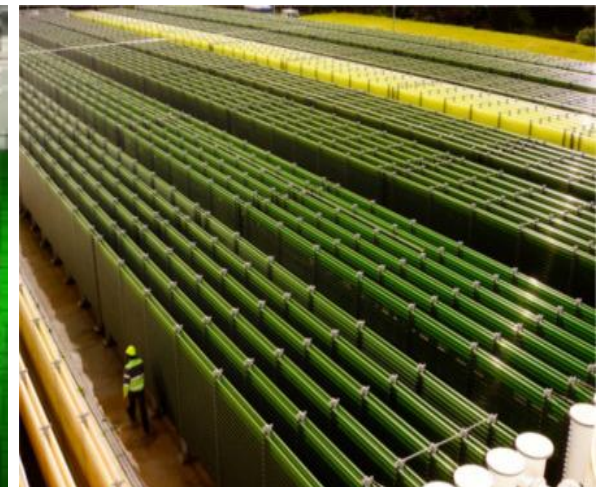
Semi-continuous culture-۲



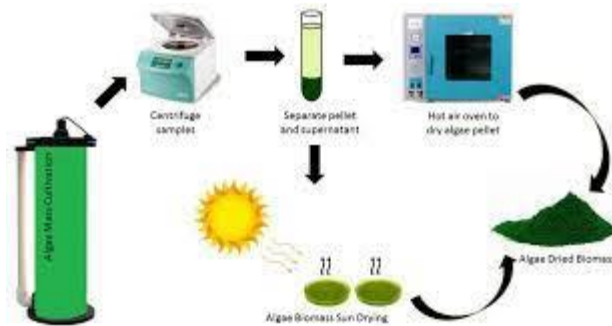
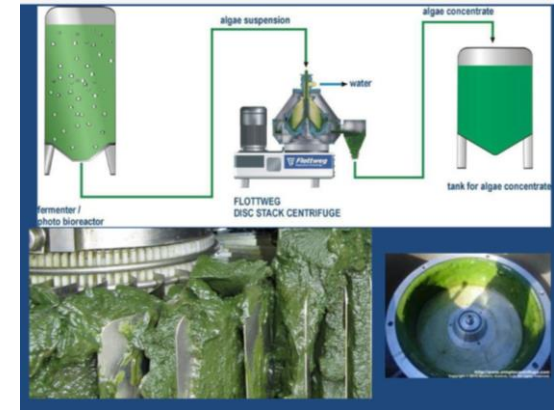
روش های کشت انبوه ریزجلبک ها

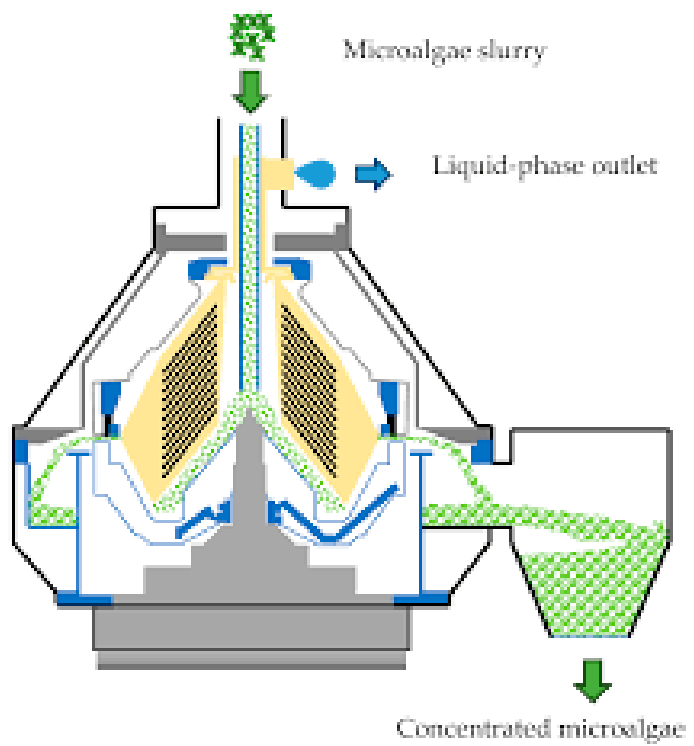
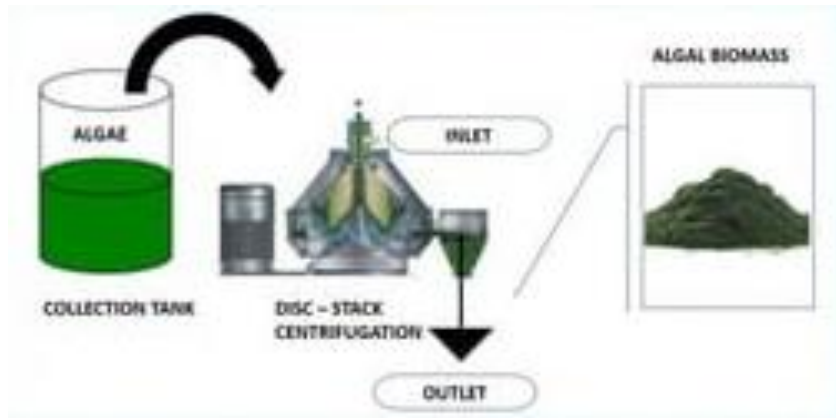


۳-continuous culture



برداشت و نگهداری ریز جلبک ها

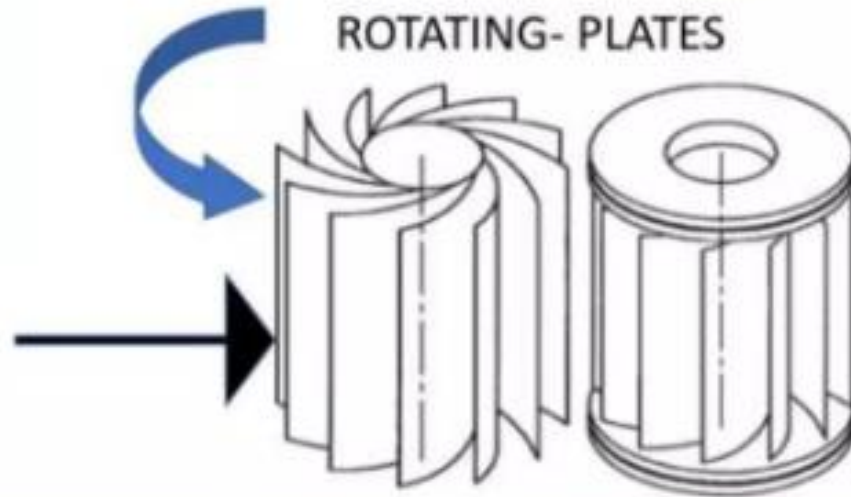
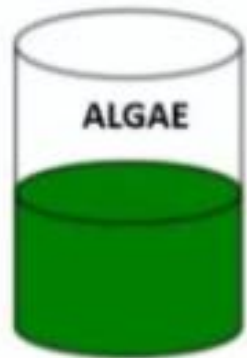


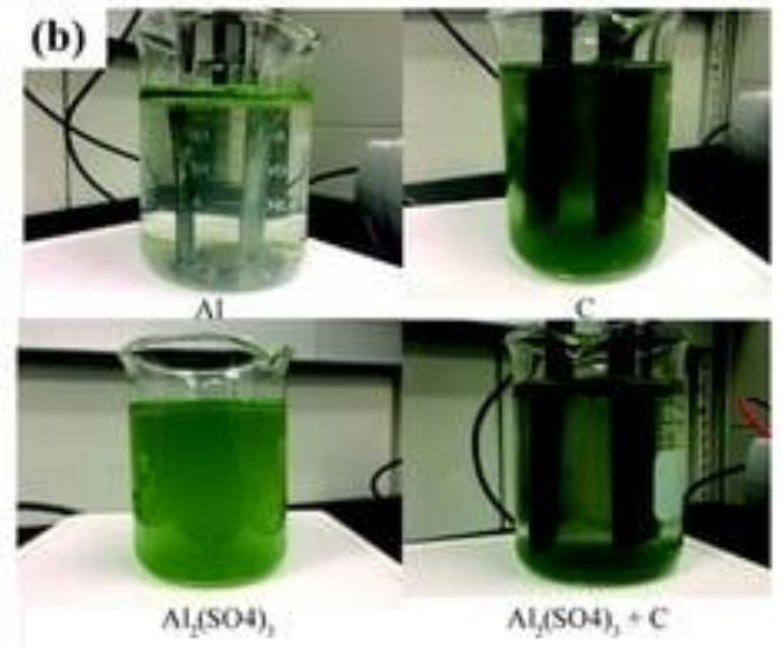
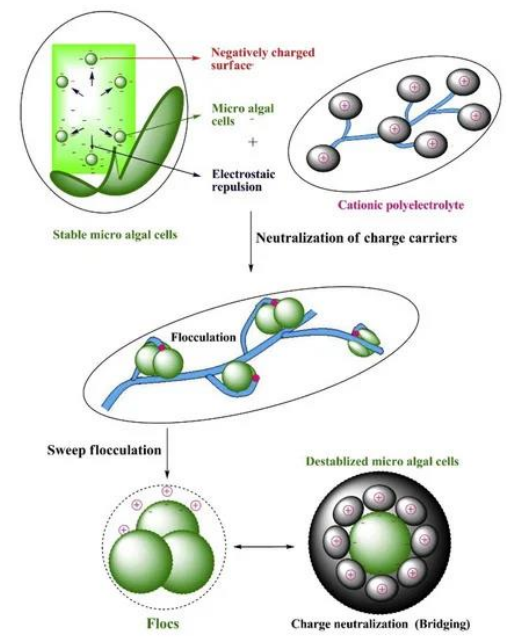
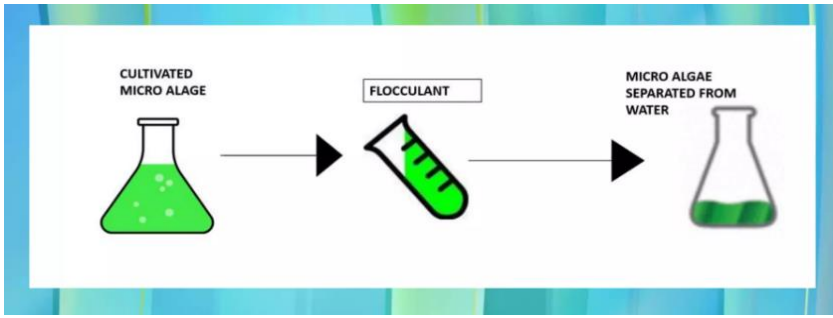


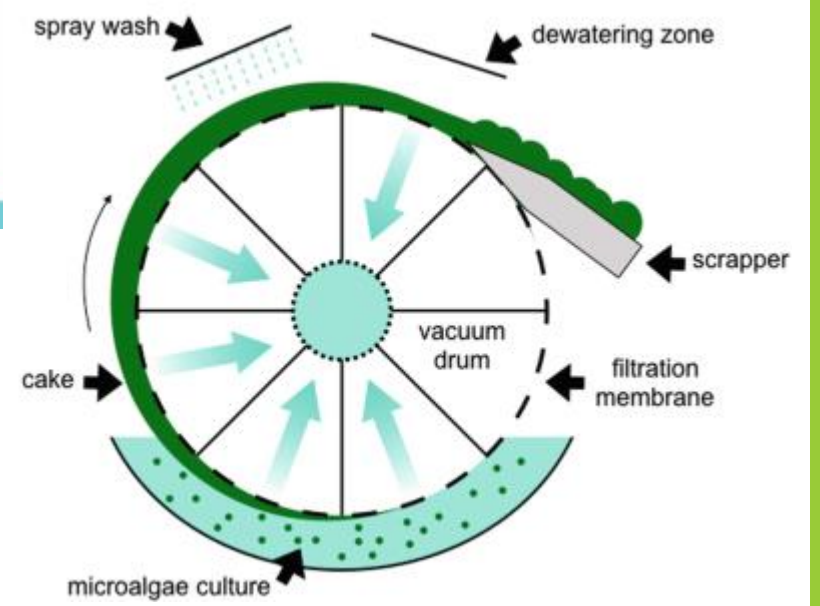
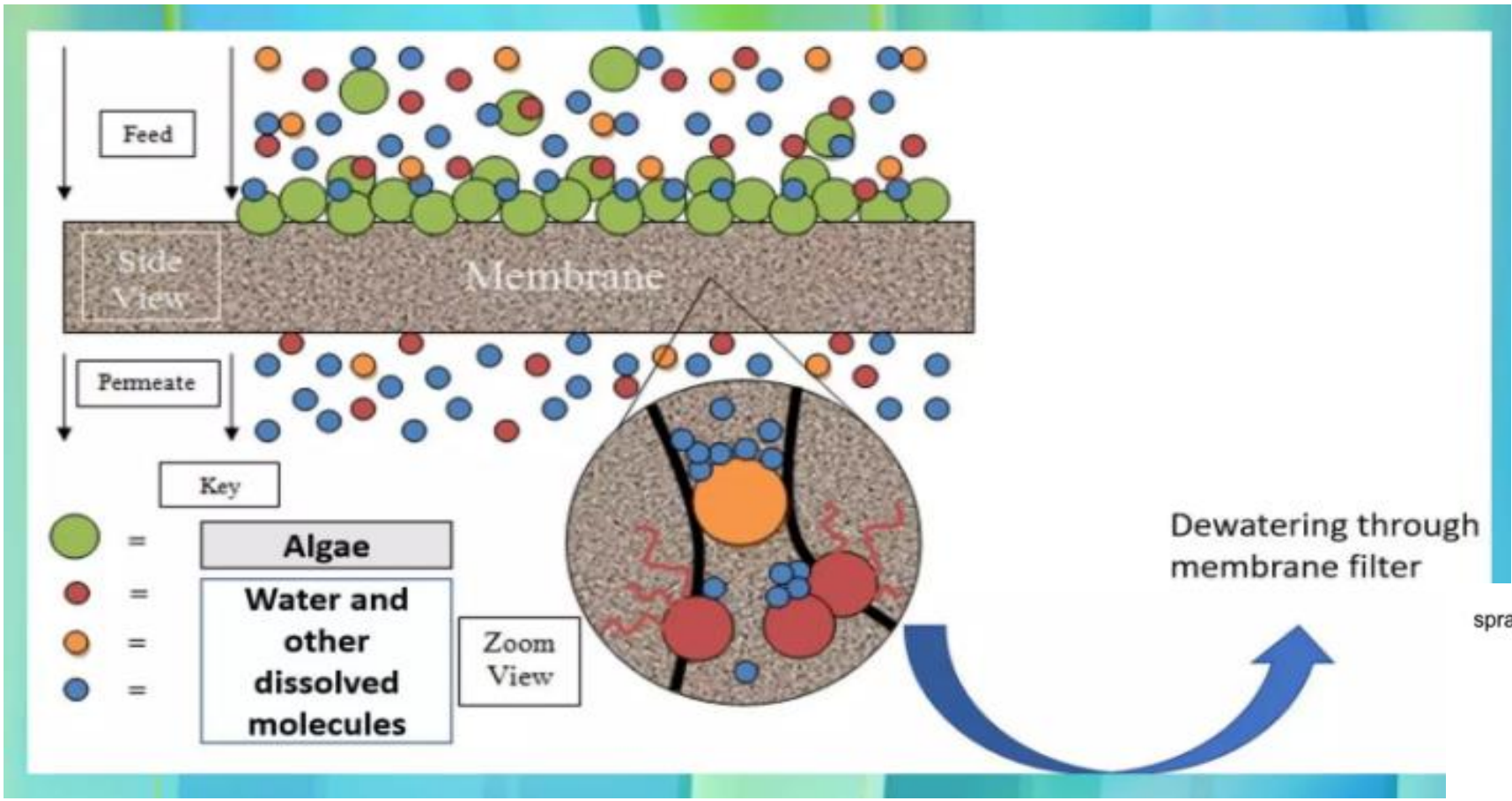
**SPIRAL - PLATE
INSTRUMENT**



**AFTER PROCESSING ALGAE IS
COLLECTED AS A SMOOTH
PASTE, WHICH MAY OR MAY
NOT UNDERGO DRYING**







خشک کردن زیست توده ریزجلبیکی

۱- خشک کردن در آفتاب

۲- خشک کردن با حرارت

۳- اسپری درایر

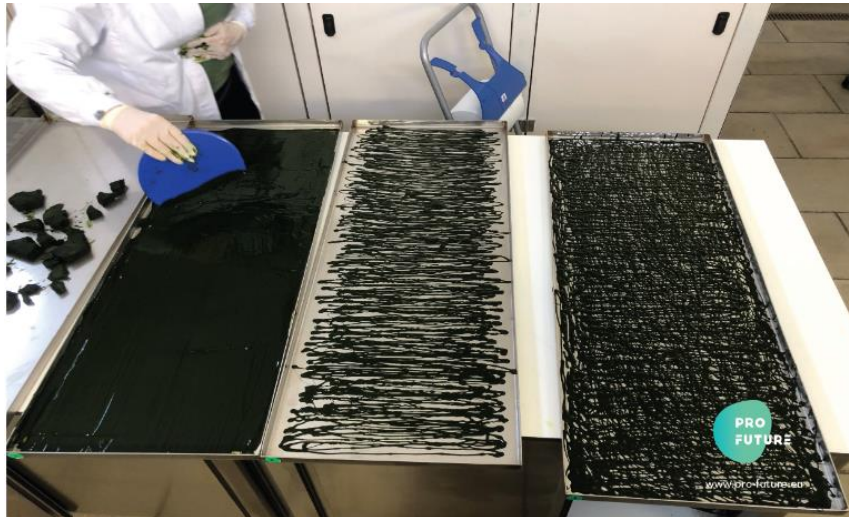
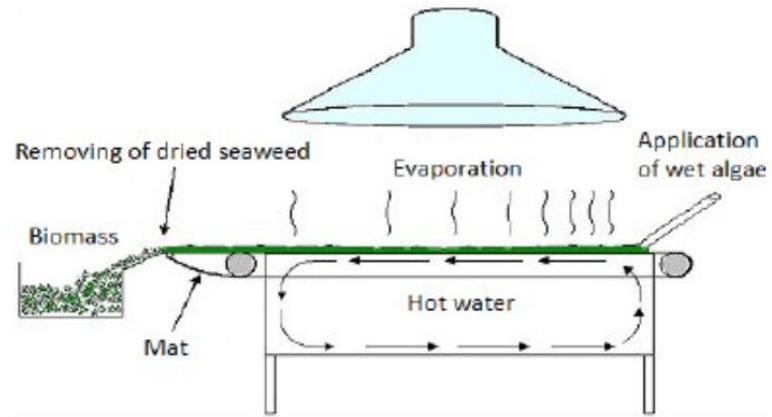
۴- خشک کردن غلتکی (Drum dryer)

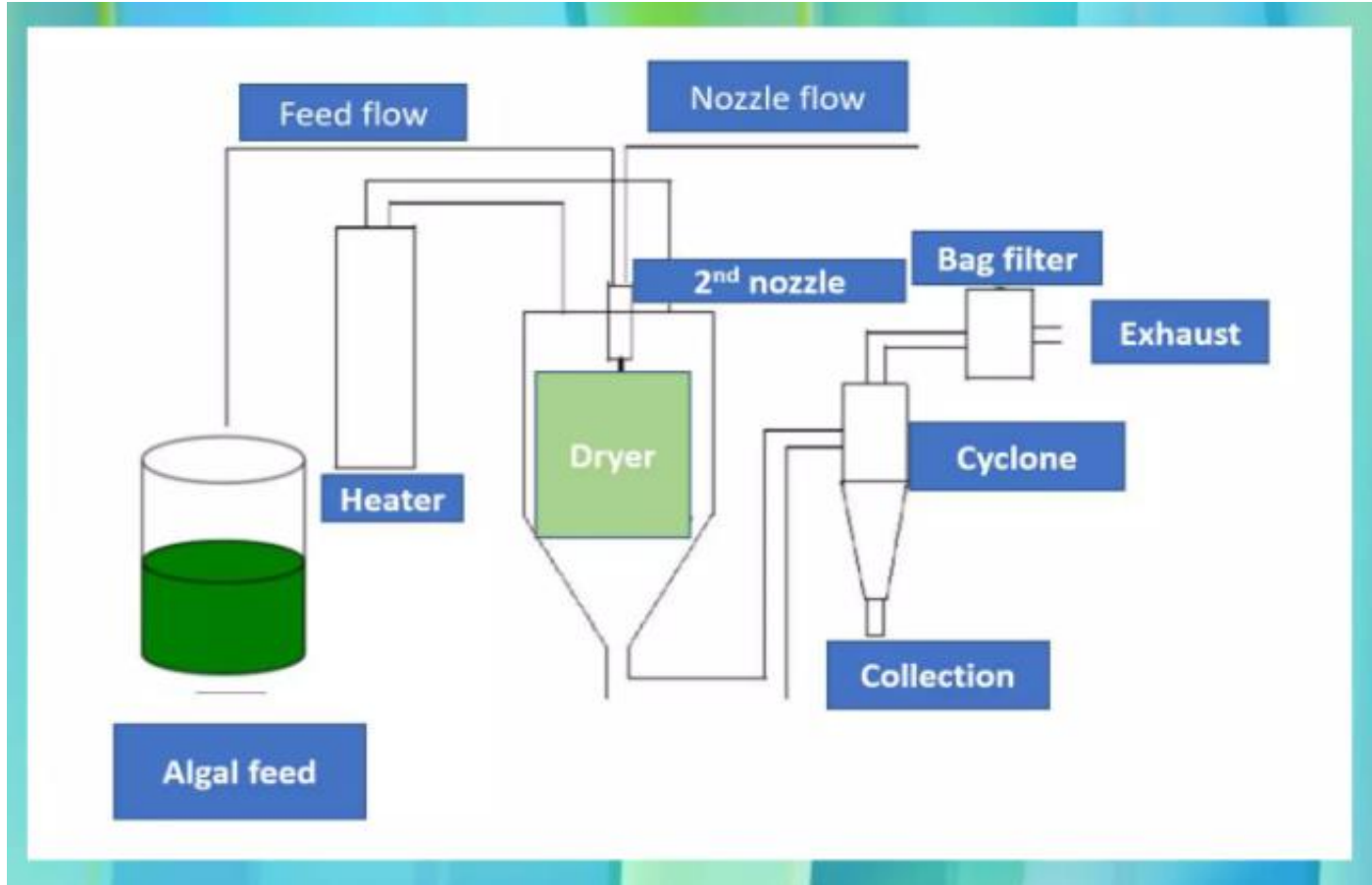
۵- فریز درایر

خشک کردن طبیعی

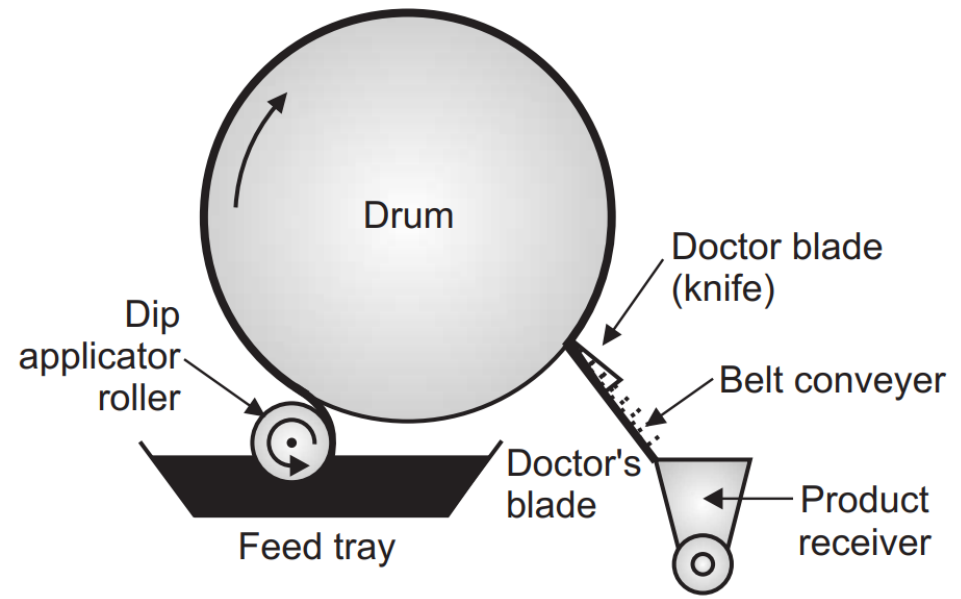


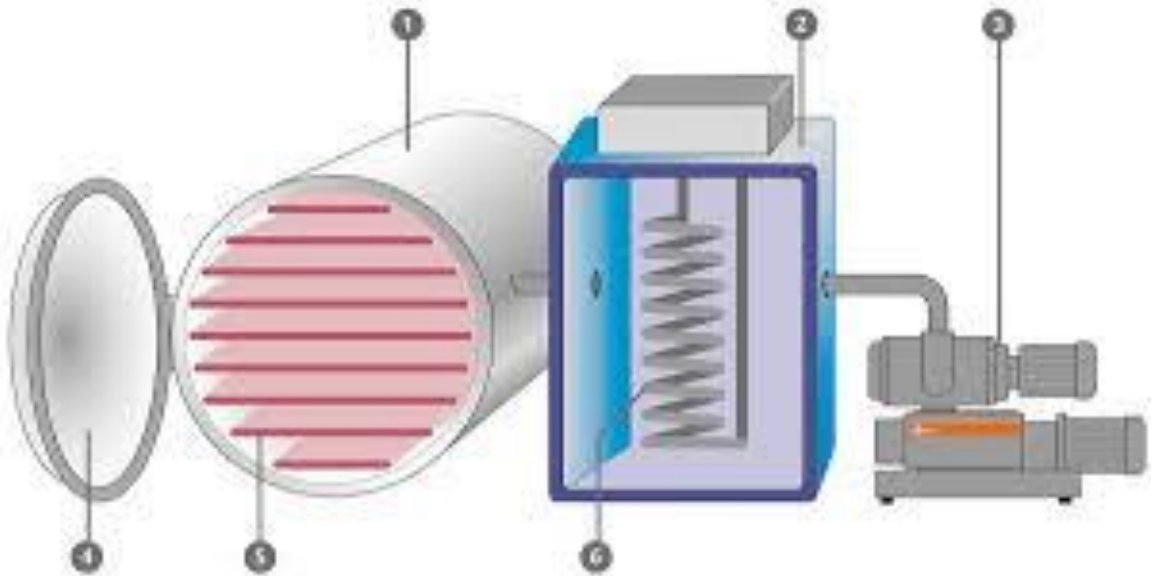
خشک کردن با حرارت





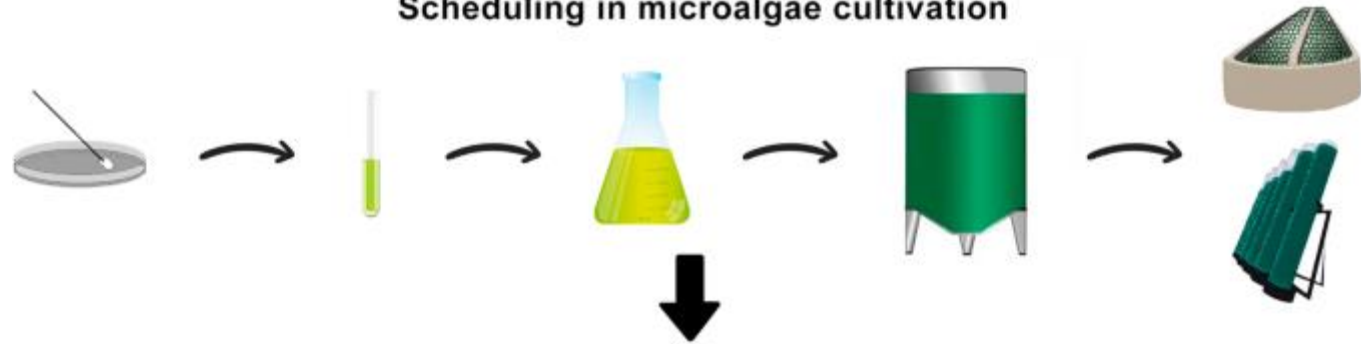
Rotary Drum Flaker Dryer





Freeze-drying on demand

Scheduling in microalgae cultivation



Biomass extraction

Flocculation



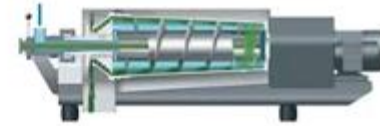
Decantation



Filtration



Centrifugation

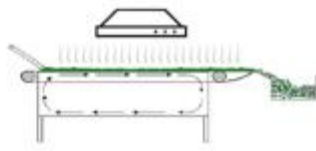


Drying structures

Natural dryer (sun)



Heated dryer



Spray dryer



Freeze dryer



Products



رده بندی ریزجلبک ها

TABLE 1. Main classes and species of microalgae.

Class	Species
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros calcitrans</i>
	<i>Chaetoceros gracilis</i>
	<i>Nitzschia closterium</i>
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
	<i>Thalassiosira pseudonana</i>
	<i>Cylindrogheca fusiformis</i>
Chlorophyceae	<i>Dunaliella tertiolecta</i>
	<i>Tetraselmis suecica</i>
	<i>Chlorella vulgaris</i>
	<i>Dunaliella salina</i>
Eutomatophyceae	<i>Nannochloropsis oculata</i>
Prymnesiophyceae	<i>Isochrysis galbana</i>
	<i>Pavlova lutheri</i>
	<i>Pavlova salina</i>
Crysophyceae	<i>Cryptomonas rufescens</i>
Cyanophyceae	<i>Nostoc commune</i>
	<i>Spirulina platensis</i>
Euglenophyceae	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
	<i>Euglena gracilis</i>

- ریزجلبک ها دارای ۱۱ کلاس هستند و مهمترین ریزجلبک های اقتصادی خالص شده و قابل کشت در این ۷ کلاس ریزجلبکی قرار دارند.
- تعداد گونه های ریزجلبک های تخمین زده شده حدود ۲۰۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰۰.
- تاکنون ۵۰۰۰۰ گونه از آنها به طور کامل شناسایی شده اند.

ریزجلبک های اقتصادی

در حال حاضر ۴ گونه در جهان برای تولید مکمل های غذایی برای انسان ها و به عنوان مواد افزودنی مغذی در غذای دام ها استفاده می شوند.

Chlorella vulgaris –

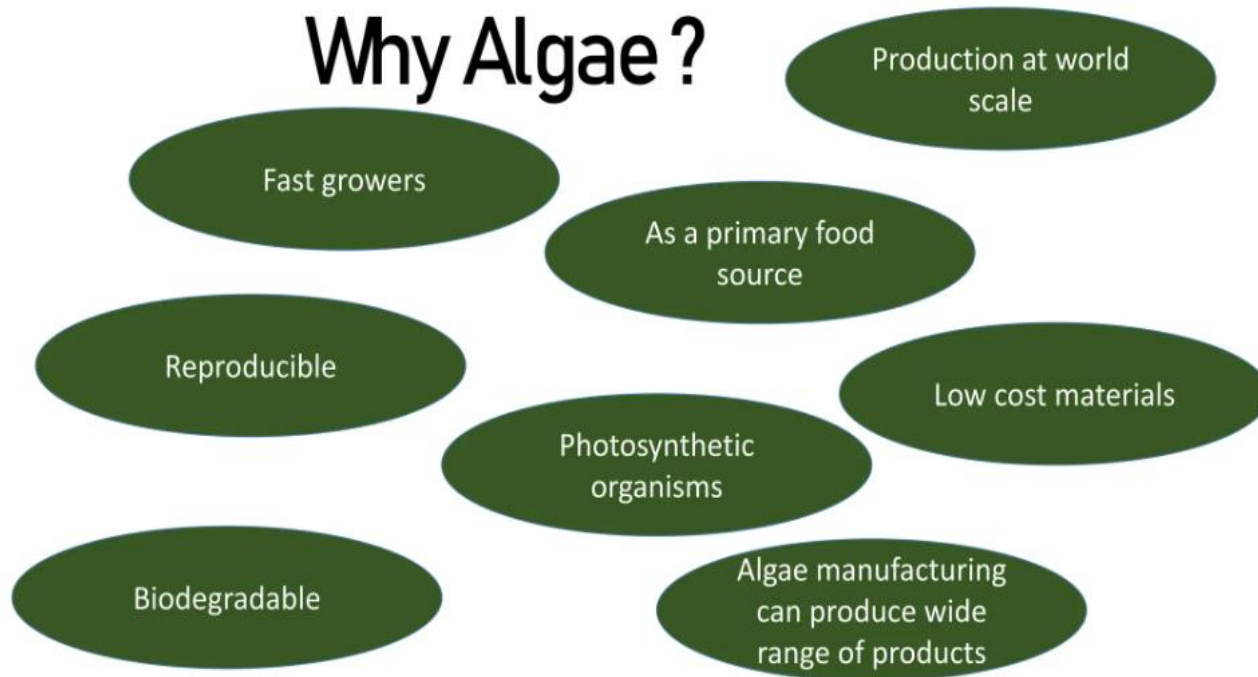
Haematococcus pluvialis

Dunaliella salina –

Spirulina sp. –

اهمیت ریزجلبک ها

Why Algae ?



- رشد سریع

- فتوسنتز کننده - تثبیت دی اکسید کربن

- تکرار پذیر

- قابلیت تجزیه زیستی

- قابلیت رشد در پساب و آب شور

- هزینه تولید کم

- منبع غذایی اولیه

- قابلیت تولید در کل دنیا با هر شرایطی (زمین و آب غیر زراعی)

- قابلیت تولید محصولات متنوع با ارزش

- با تولید کننده های مواد غذایی رقابت نمی کند

ترکیبات بیوشیمیایی ریزجلبک ها

در حالت طبیعی ریزجلبک ها دارای ۱۵-۲۵ درصد کربوهیدرات، ۲۵-۳۵ درصد لیپید و ۳۵-۴۵ درصد پروتئین

ترکیبات تشکیل دهنده ریزجلبک ها:

- متابولیت های اولیه
- متابولیت های ثانویه

ریزجلبک ها تولید کننده ترکیبات فعال زیستی (Bioactive compounds):

- کاروتنوئید
- آستاگزانتین
- اسیدهای چرب
- آنزیم ها
- پلیمر
- پپتیدها
- استرئیدها
- توکسین ها
- ویتامین ها

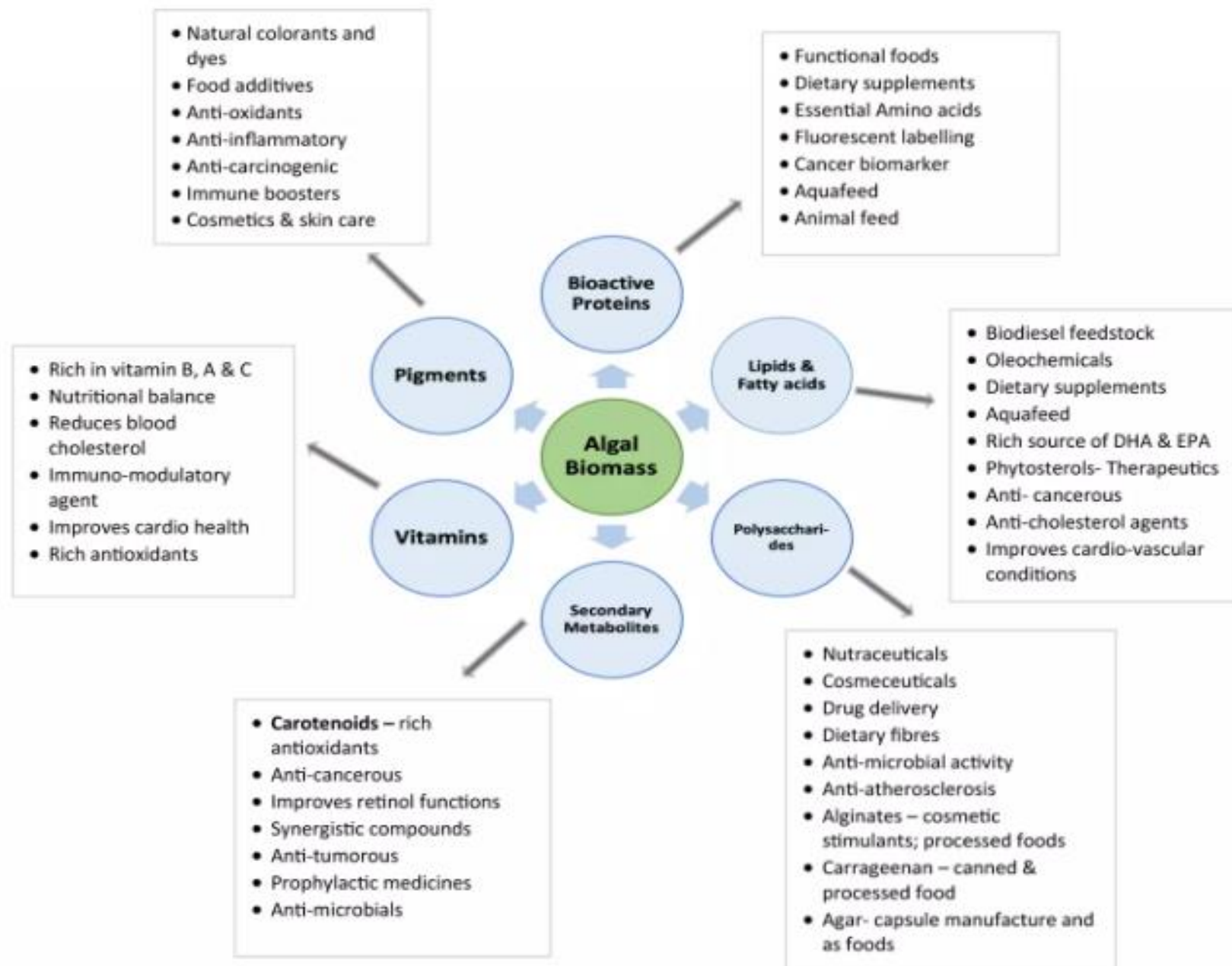
تاکنون بیش از ۱۵۰۰۰ ترکیبات فعال زیستی از ریزجلبک ها استخراج و شناسایی شده است.

متابولیت های ثانویه

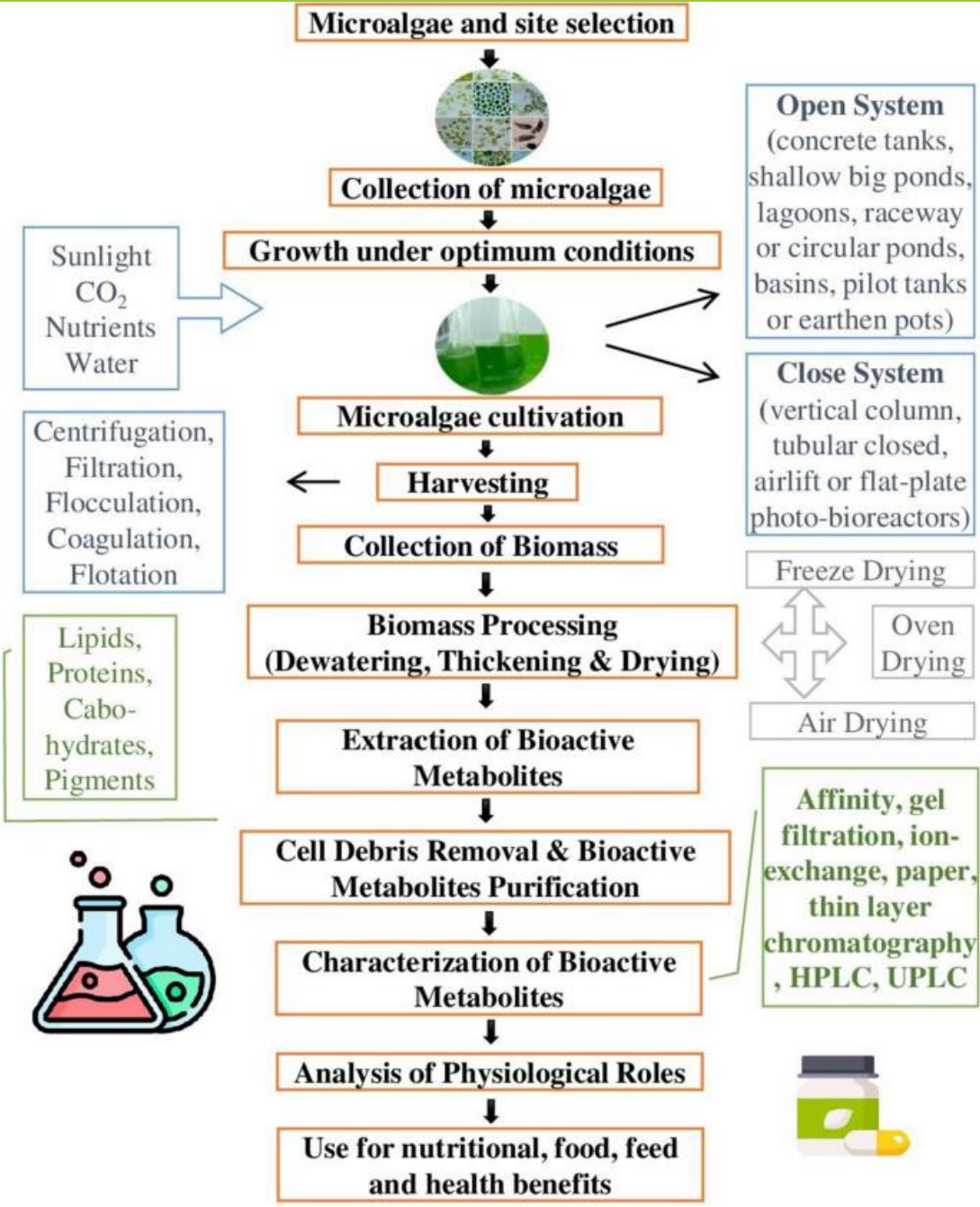
متابولیت های ثانویه ترکیبات آلی هستند که مستقیماً در مراحل رشد و نمو یا تولید مثل یک ارگانیسم زنده شرکت نمی کنند. متابولیت های ثانویه اصلی تولید شده در بافت

ریزجلبک ها عبارتند از:

- ترکیبات فنلی
- ترکیبات هالوژنه
- استرول ها
- ترپن ها
- پپتیدهای کوچک
- سایر ترکیبات زیست فعال



پروسه تولید متابولیت های زیست فعال از ریزجلبک ها



- ❖ High content of proteins
 - ❖ Able to synthesize all amino acids
- **An unconventional source of proteins**

Conventional Foods

Meat: 43%

Soybean: 37%

Microalgal species

Chlorella vulgaris: 51%–58%

Spirulina maxima: 60%–71%

The % of protein in dry mass of some human food sources and some algae

کربوهیدرات ها

- ❖ Variable forms:
 - Starch
 - Glucoses
 - Sugars
 - Other polysaccharides
- ❖ Highly digestible

محتوای کربوهیدرات کل در ریزجلبک ها حدود 20٪ وزن خشک (DW) و محتوای نشاسته حدود 10٪ DW است. درصد محتوای کربوهیدرات و نشاسته با گونه های ریزجلبک و تحت شرایط کشت و زمان کشت متفاوت است.

ویتامین ها و مواد معدنی

❖ A valuable source of nearly all vitamins

→ Improve nutritional value

❖ Content depends on:

- Environmental factors
- Harvesting treatment
- Methods of drying cells

ریزجلبک ها منابع غنی ویتامین هایی مانند ویتامین A، B1، B2، B6، B12، C، E و مواد معدنی مانند پتاسیم، آهن، منیزیم، کلسیم و ید هستند.

اسیدهای چرب و لیپیدها

- ریزجلبک ها در حالت طبیعی حاوی ۲۰-۳۵ درصد لیپید هستند و در شرایط کنترل شده تا ۸۰ درصد هم می تواند برسد.
- ریزجلبک ها طیف وسیعی از ترکیبات لیپیدی تولید می کنند عبارتند از:
 - گلیسرولیپیدها
 - استرول ها
 - هیدروکربن ها
 - موم ها

اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع:

- ریزجلبک ها دارای میزان بیشتری اسیدهای چرب غیراشباع می باشند(امگا ۳، امگا ۶ و..).
- جلبک های دریایی اسیدهای چرب اشباع بالاتری را دارا هستند.

اسیدهای چرب ضروری

- اسید چرب امگا ۳ خانواده‌ای از اسیدهای چرب اشباع نشده هستند که اولین پیوند دوگانه آنها بین سومین و چهارمین کربن در زنجیره کربنی قرار گرفته است.



EPA



DHA

ریزجلیک های تولید کننده EPA- DHA

Strain	Device	Culture mode	Cell concentration (g l ⁻¹)	EPA/DHA productivity (mg l ⁻¹ d ⁻¹)	EPA/DHA yield (mg l ⁻¹)	Reference
EPA <i>Ulkenia</i> sp.	Flask	Batch	4.7	6.5	14	Fan <i>et al.</i> (2001)
<i>Nitzschia alba</i>	Fermentor	Fed-batch	30	250.0	675	Barclay <i>et al.</i> (1994)
<i>Nitzschia laevis</i>	Flask	Batch	9	28.0	280	Wen & Chen (2001b)
<i>Nitzschia laevis</i>	Fermentor	Fed-batch	22.1	49.7	695	Wen <i>et al.</i> (2002)
<i>Nitzschia laevis</i>	Fermentor	Continuous		73.0		Wen (2001)
<i>Nitzschia laevis</i>	Fermentor	Perfusion	40	74.1	1112	Wen & Chen (2002a)
DHA <i>Cryptocodinium cohnii</i>	Fermentor	Batch	27.7	456.0	1400	de Swaaf <i>et al.</i> (1999)
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	Fermentor	Fed-batch	83	1276.4	11 700	de Swaaf <i>et al.</i> (2003a)
<i>Schizochytrium mangrovei</i>	Flask	Batch	13.3	1282.6	2779	Fan <i>et al.</i> (2001)
<i>Schizochytrium</i> sp. SR21	Fermentor	Batch	59.2	2976	15 500	Yaguchi <i>et al.</i> (1997)

- اسیدهای چرب امگا ۳ برای تنظیم سوخت و ساز لیپیدها و فعالیت‌های بدن انسان ضروری هستند ولی در بدن انسان ساخته نمی‌شوند.

- - اسیدهای چرب امگا ۳ ضروری عبارت‌اند از:

- - آلفا لینولنیک اسید (ALA)

- - ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA)

- - دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)



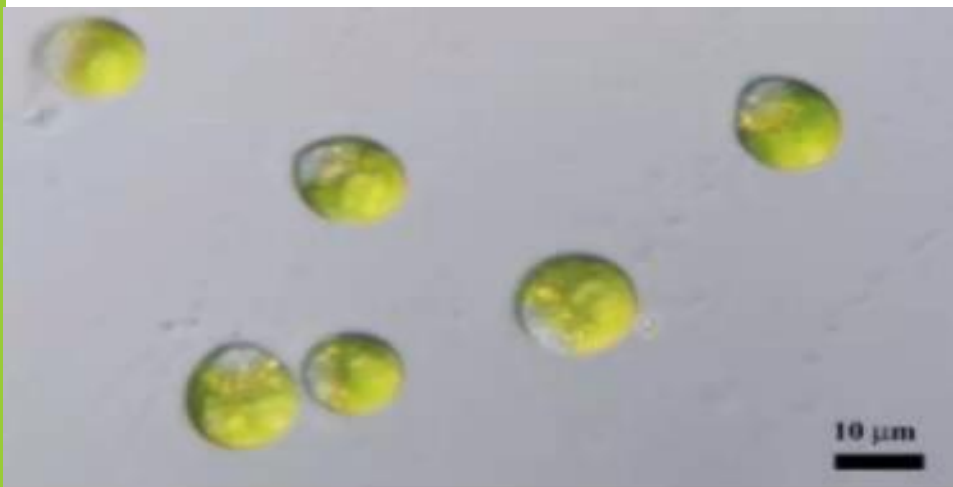
Some of Martek's products containing DHA oil

رنگدانه ها (Pigments)

- تعداد زیادی رنگدانه در ریزجلبک ها یافت می شود. کلروفیل یکی از رنگدانه های ریزجلبکی به عنوان ترکیب فتوسنتزی اولیه می باشد از مهم ترین رنگدانه های ریزجلبکی می توان به **فیکوبیلی پروتئین ها** و **کاروتنوئیدها** اشاره کرد. کاروتنوئیدهای استخراج شده از ریزجلبک ها کاربردهای مختلفی در بازار دارند: بتا کاروتن از **Dunaliella** به عنوان مکمل ویتامین در غذاهای سالم، لوتئین، آستاگزانتین برای مصارف دارویی و رنگ پوست مرغ و برای آبری پروری برای ایجاد رنگ قرمز طبیعی برای برخی از ماهی ها مانند ماهی آزاد استفاده می شود. فیکوبیلیپروتئین هایی مانند فیکوسیانین و فیکواریترین که در جلبک ها منحصر به فرد هستند، در حال حاضر به عنوان برنامه های غذایی و آرایشی استفاده می شوند.

بتا کاروتن (B-carotene)

کاروتنوئیدها عموماً به عنوان رنگ‌های خوراکی طبیعی، افزودنی‌های خوراک دام و در لوازم آرایشی مختلف استفاده می‌شوند. از نظر تغذیه ای، کاروتنوئیدهای مختلف مانند بتا کاروتن به عنوان پروویتامین A عمل می‌کنند.



Dunaliella salina
- Up to 14% of β -
carotene in dry mass

بتاکاروتن مشتق شده از *Dunaliella* دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در مقایسه با بتاکاروتن مصنوعی است زیرا بتاکاروتن مصنوعی فقط از ایزومرهای ترانس تشکیل شده است در حالی که محصولات جلبک دارای ایزومرهای سیس و ترانس هستند.

آستاگزانتین (Astaxanthin)

- آستاگزانتین یک کاروتنوئید متفاوت از ریزجلبک ها است که کاربردهای صنعتی دارد.
- این رنگدانه کتوکاروتنوئید – *Haematococcus*
- افزودنی خوراک برای صنعت طیور و ماهیانی مانند سالمون، قزل آلا و میگو
- به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی، این محصول دارای فواید بسیاری برای سلامتی حتی بیشتر از توکوفرول می باشد.



Haematococcus pluvialis: a rich source of astaxanthin
→ enhance red and yellow pattern of carp (Japan & Canada)

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mikrofoto.de-Blutregenalgen_3.jpg

- گزارش های مختلف اثرات مثبت آستاگزانتین را در برابر بیماری های مختلف مانند: سرطان، اختلالات متابولیک، دیابت، بیماری های چشمی و اختلالات عصبی

فیکواریترین (Phycobiliproteins)

رنگدانه‌های فتوسنتزی کمکی محلول در آب که در انواع مختلف جلبک‌ها مانند سیانوباکتری‌ها، رودوفیت‌های کریپتوفیت، گلوکوفیت‌ها و معمولاً به عنوان فیکوبیلی پروتئین‌ها شناخته می‌شوند، یافت می‌شوند.

۱. فیکوسیانین

۲. آلفوفیکوسیانین

۳. فیکواریترین

اسپیرولینا و پورفیریدیوم (*Spirulina and Porphyridium*) دو ریزجلبک رایج هستند که به صورت تجاری برای تولید فیکوبیلیپروتئین‌ها مورد بهره برداری قرار می‌گیرند. این رنگدانه‌ها دارای پتانسیل اصلی در مواد غذایی به عنوان رنگ‌های طبیعی، محصولات آرایشی و بهداشتی و ابزارهای تشخیصی در تحقیقات زیست پزشکی به عنوان نشانگرهای فلورسنت هستند.

مولکول های با ارزش بالا (High-value molecules)

• از 30000 گونه شناخته شده ریزجلبک، تنها تعداد کمی برای تولید ترکیبات با ارزش بالا مانند رنگدانه ها یا پروتئین ها استفاده می شوند. در حال حاضر ریزجلبک ها خود را به عنوان منبعی پنهان از ترکیبات مختلف زیست فعال جدید نشان می دهند. با توجه به تنوع زیستی زیاد آنها، مطالعات مربوط به اکتشاف ترکیبات فعال زیستی مختلف جدید را می توان به عنوان یک زمین بی پایان در نظر گرفت.

• از بین گونه های مختلف جلبک، *Dunaliella sp.*

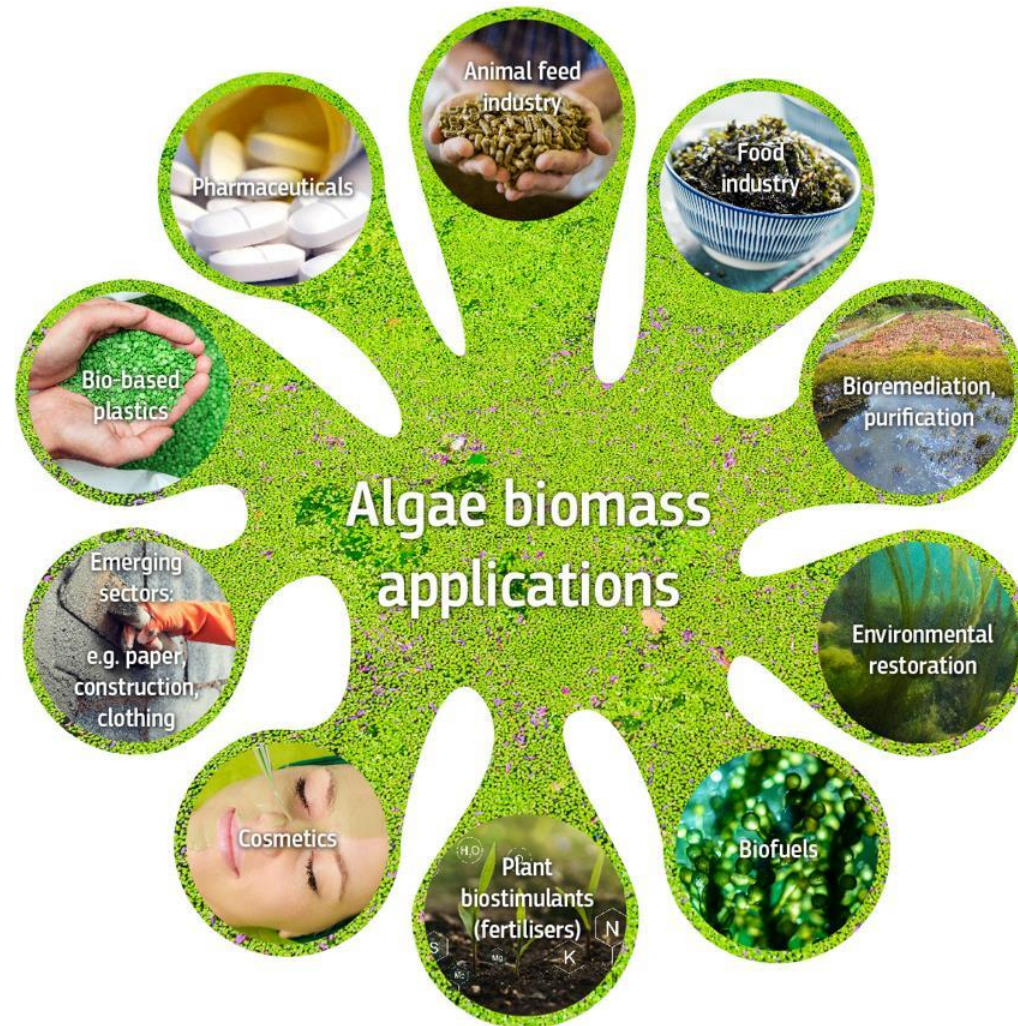
Spirulina sp.، *Chlorella sp.* تولید کنندگان اصلی

ترکیبات با ارزش بالا مانند پروتئین ها، لیپیدها و رنگدانه ها هستند.

Table 4. Various high-value compounds derived from microalgae 107

S.No	Product group	Applications	Examples (producer)
1.	Phycobiliproteins	Pigments, cosmetics, vitamins	Phycocyanin (<i>Spirulina platensis</i>) β carotene (<i>Dunaliella salina</i>) astaxanthin (<i>Haematococcus pluvialis</i>)
2.	Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)	Nutraceuticals, food supplements	EPA-(<i>Chlorella minutissima</i>)DHA-(<i>Schizochytrium</i> sp.)
3.	Vitamins	Nutrition	Biotin -(<i>Euglena gracilis</i>) α -tocopherol -(<i>Euglena gracilis</i>) Vitamin C-(<i>Prototheca noriformis</i>)

کاربرد ریزجلبک ها



کاربرد ریزجلبک ها بعنوان مواد غذایی (Food)

- Algae have been used as human food for thousands of years in all parts of the world.
- The most commonly consumed macro algae include the

1. Red algae Porphyra(nori, kim, laver)

2. Asparagopsis taxiformis(limu)

3. Chondrus crispus(Irish moss)

4. Kelps Laminaria(kombu)

5. Palmaria palmata(dulse)

6. Macrocytis

7. Undaria(wakame)

8. Green algae Caulerpa racemosa

9. Codium



افزودنی (غنی سازی)



- Nutritional value: high protein (aa slightly deficient in lysine and sulfur), minerals (iron, zinc, sodium, ...), vitamins (B12, folic Aido ...)

- beneficial health properties: Polyunsaturated fatty acids (EPA, DHA, ...) carotenoids, polysaccharides, sterols, ...

Cookies + *Chlorella vulgaris*



F1: Control Sample

F2: Concentration 1

F3: Concentration 2

Sauce (mayonnaise) + *Chlorella vulgaris*



F1: Control Sample

F2: Concentration 2

F3: Concentration 3

<http://es.slideshare.net/ainiappt/inmugal-green-food-show>

Incorporation of microalgal biomass (lyophilized)

1. Organoleptic Characteristics: Good texture and flavor in all formulations. Intense in Formula 3, but acceptable color in formula 2 internal consumer panel
2. Concentrations tested microalga incorporating the nutritional composition does not alter the product but a potential immunostimulant effect is observed.

Incorporation of microalgal biomass conditioned (dried)

1. After pasteurization the emulsion is destabilized.
2. Sensory characteristics: Good taste. Concentration of microalgae used result in mayonnaise with a color accepted by the internal panel of tasters
3. The incorporation of ***Chlorella vulgaris*** is a significant increase in the amount of carbohydrate in the product developed

سوخت زیستی Biofuels

- اصطلاح سوخت زیستی به هر نوع سوخت جامد، مایع یا گازی اشاره دارد که می تواند از مواد خام تجدید پذیر حاصل شود.
- سوخت جلبک، سوخت زیستی جلبکی یا روغن جلبکی جایگزینی برای سوخت های فسیلی مایع است که از جلبک ها به عنوان منبع روغن های غنی از انرژی استفاده می کند.



• روغن زیستی (Bio-oil)

روغن های زیستی کاملاً شبیه روغن های نفتی هستند و به همین دلیل می توان از آنها به عنوان جایگزین آنها استفاده کرد.

• بیودیزل

در سال های اخیر مطالعه بیودیزل به طور گسترده ای شناخته شده است و بیشتر از دانه های روغنی مانند روغن سویا، روغن نخل و روغن کلزا تولید می شود.

هیدروژن زیستی (Bio-hydrogen)

تنوع منابع سوخت زیستی به یک مسئله فوری انرژی تبدیل شده است. در سال های جاری توجه زیادی به تولید بیو هیدروژن شده است. اما هنوز تولید بیو هیدروژن در مقیاس بزرگ به دلیل فرآیند پرهزینه و غلظت کم زیست توده امکان پذیر نیست.

- در محیط بی هوازی و گوگرد محدود، نشاسته موجود در دیواره سلولی جلبک ها تا حدودی به هیدروژن تبدیل می شود.
- در اکثر مطالعات مشخص شده است که سیانوباکتری ها از طریق رویکرد بیولوژیکی تولید کننده اصلی بیوهیدروژن هستند، آنزیم های هیدروژناز و نیتروژناز به عنوان کاتالیزور در این فرآیند عمل می کنند.

متان زیستی (Biomethane)

- در این روزها، تولید بیوگاز در سراسر جهان از زیست توده اهمیت پیدا کرده است. تجزیه بی هوازی بوسیله جمعیت های میکروبی، ترکیبات آلی جلبکی (لیپید، پروتئین، کربوهیدرات) را به متان و دی اکسید کربن تبدیل می کند. متان به طور گسترده ای هم به عنوان سوخت و هم به عنوان خوراک شیمیایی کارخانجات استفاده می شود.

بیواتانول (Biomethane)

- تولید بیواتانول از جلبک ها به دلیل بهره وری بالای زیست توده، تنوع، ترکیب شیمیایی متغیر و نرخ بالای فتوسنتزی این موجودات اهمیت ویژه ی پیدا کرده است. جلبک ها به دلیل داشتن مقدار زیادی کربوهیدرات/پلی ساکارید و دیواره های نازک سلولزی منبع بهینه برای تولید بیواتانول هستند.

- بیواتانول در فرآیند تخمیر تولید می شود.

اتانول تجاری از محصولات قندی و نشاسته ای در مقیاس وسیع به وسیله تخمیر تولید می شود. زیست توده آسیاب می شود و نشاسته به روش های مختلف به قند تبدیل می شود. نشاسته ریز جلبک ها با کمک آنزیم، اسید، قلیا و مخمر از سلول ها آزاد، ساکارومایسس سرویزیه برای شروع تخمیر اضافه می شود و قند به اتانول تبدیل می شود.

بوتانول زیستی (Biobutanol)

- در آسیا، اروپا و آمریکای جنوبی، کشت جلبک عمدتاً برای تولید **بیواتانول** و **بیوگاز** انجام می شود، در حالی که در ایالات متحده، جلبک ها برای تولید **بیوبوتانول** مورد توجه قرار گرفته اند. از ۱۰۰ سال پیش، بوتانول به عنوان سوخت در حمل و نقل مورد استفاده قرار گرفته است و به عنوان یک کاندید بالقوه برای سوخت زیستی، نه تنها برای بهبود، بلکه برای جایگزینی اتانول به عنوان افزودنی نفت به دلیل فشار بخار کم و چگالی انرژی بالا توصیه شده است. باکتری های مورد استفاده در تولید بوتانول نه تنها نشاسته و قندها را هضم می کنند، بلکه از سلولز موجود در زیست توده جلبکی نیز استفاده می کنند. بنابراین تولید بوتانول می تواند به اندازه اتانول اقتصادی باشد.

کاربرد های دارویی

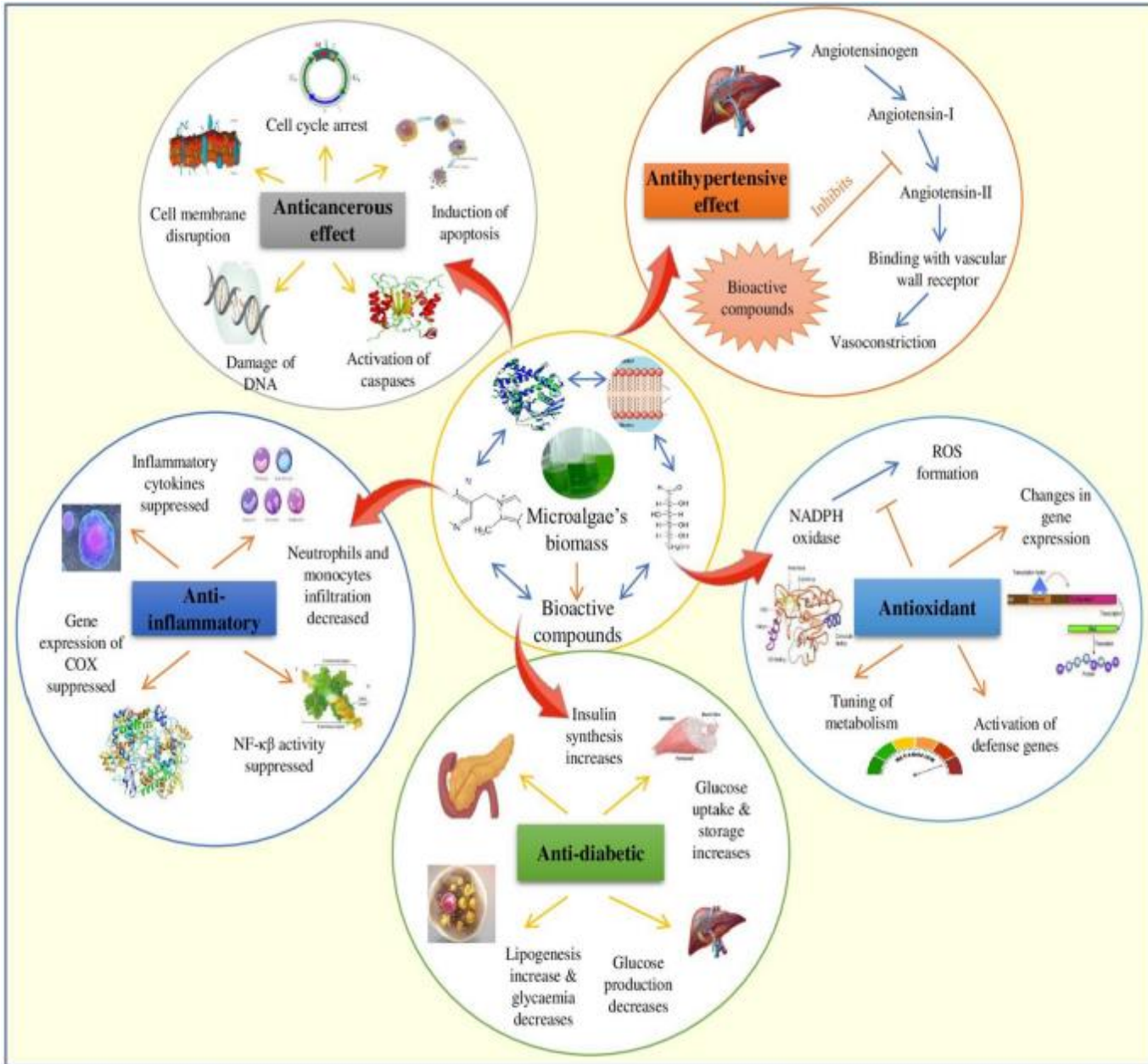
- جلبک ها منابع غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی خاص از جمله متابولیت های اولیه و ثانویه هستند که می توانند به عنوان یک نامزد بالقوه مورد علاقه برای بخش داروسازی مورد استفاده قرار گیرند.
- ریزجلبک ها منبع ترکیبات فعال زیستی عظیمی هستند که می توانند برای کاربردهای تجاری مورد بهره برداری قرار گیرند. جلبک ها طیف گسترده ای از محصولات داروسازی، پروتئین ها، واکسن ها، مواد مغذی را ارائه می دهند که در غیر این صورت در دسترس نیستند یا تولید آنها از منابع حیوانی و گیاهی بسیار پرهزینه است.

Table 2. Biotechnological applications of bioactive compounds from algae 64

S.No .	Algae Specis	Different compounds	uses
1.	<i>Spirulina platensis</i>	Phycocyanins	Nutraceuticals, cosmetics
2.	<i>Chlorella vulgaris</i>	Ascorbic acid	Health food, food supplement, food surrogate
3.	<i>Haematococcus pluvialis</i>	Carotenoids, astaxanthin	Nutraceuticals,, pharmaceuticals, additives
4.	<i>Odontella aurita</i>	Fatty acids	Pharmaceuticals, cosmetics, baby food
5.	<i>Porphyridium cruentum</i>	Polysaccharides	Pharmaceuticals, cosmetics,
6.	<i>Dunaliella salina</i>	Carotenoids	Nutraceuticals,, food supplement, feed

- محصولات دارویی مختلف از ریزجلبک ها ارزش بالایی دارند اما تجاری سازی آن هنوز در مراحل ابتدایی است و در آینده نزدیک می تواند به عنوان دروازه ای به سوی صنعت چند میلیارد دلاری دیده شود.

کاربرد های دارویی



- آنتی اکسیدان
- ضد التهاب
- ضد سرطان
- ضد دیابت
- ضد میکروبی
- ضد فشار خون و چربی خون



**Dietary supplement
(Spirulina)**

– Made from 2 main species of
Arthrospira

<http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Spirulina>

کاربرد آرایشی و بهداشتی (Cosmetics)

■ گونه‌های ریزجلبکی مانند *Chlorella* و *Arthrospira* بازیگران خوبی در بازار مراقبت از پوست هستند و برخی از شرکت‌ها معتبر تولید کننده محصولات آرایشی و بهداشتی از جلبک‌ها و ترکیبات آنها در تولید محصولات خود استفاده می‌کنند.

■ عصاره‌های ریز جلبک بخشی از لوازم آرایشی

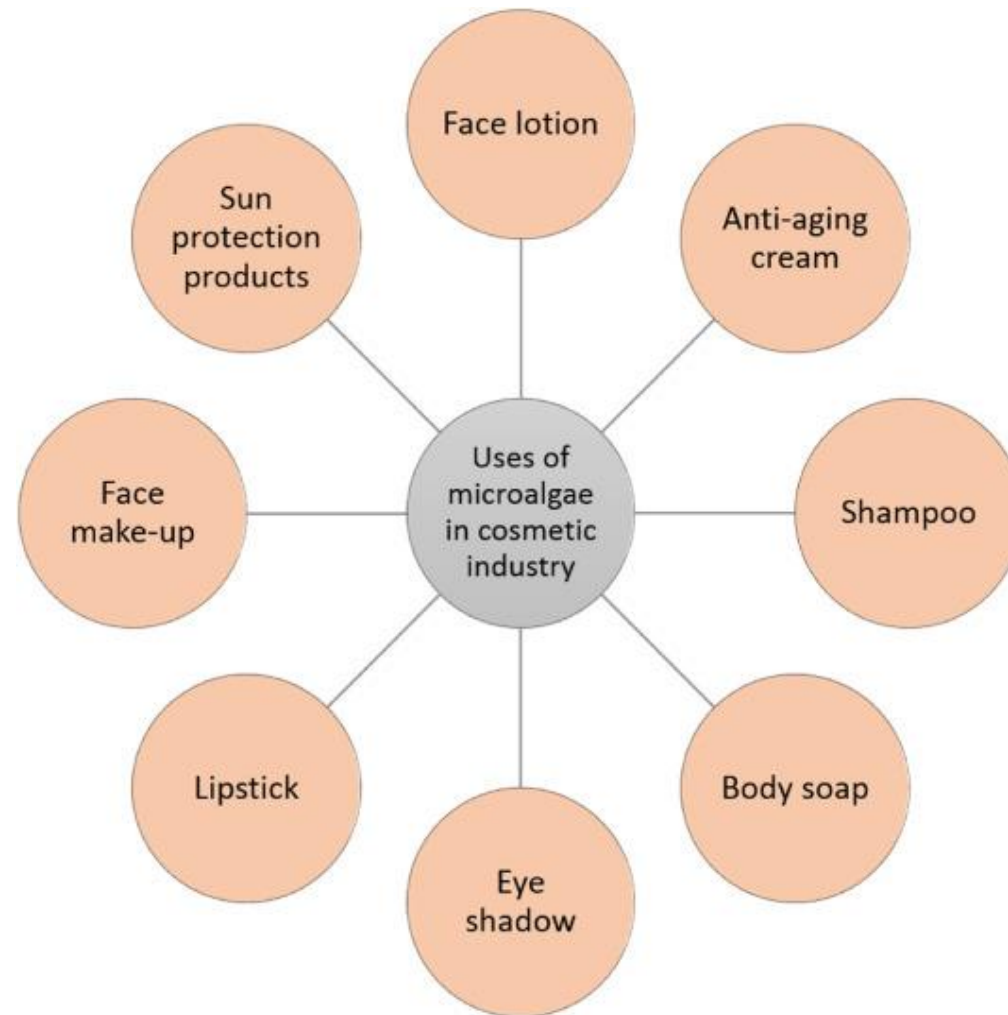
مختلف مانند کرم ضد پیری، محصولات مراقبتی

جوان کننده، ضد آفتاب و محصولات مراقبت از مو هستند.



Some cosmetic products containing microalgal extract

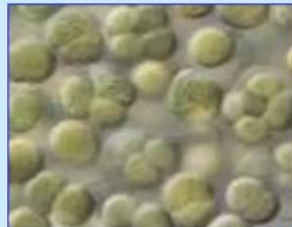
کاربرد آرایشی و بهداشتی



بیوپلاستیک و بیوپلیمر از ریزجلبک ها

ALGAL BIO POLYMERS AND BIOPLASTICS

- Typically, long chain polymers, present in the algae lipids are used for making bioplastics
- Algae is attractive for bioplastics because of its high growth rate and high protein content.
- The plastics market is worth more than \$400 billion and has grown at an average of 3.5% per year over the last two decades.
- Naturally occurring polymer have many applications in medical, pharmaceutical and food industries
- Biodegradable Poly hydroxy alkanates (PHA) are promising biopolymer which can be alternative to petroleum based polymer
- PHB poly-(hydroxy butyrate) is the most abundant PHA which is homopolymer of hydroxybutyrate that presents in various cyanobacteria such as *Chlorogloea fritschii*, *Spirulina sp.*, *Aphanothece sp.* & *Gloeothece sp.*



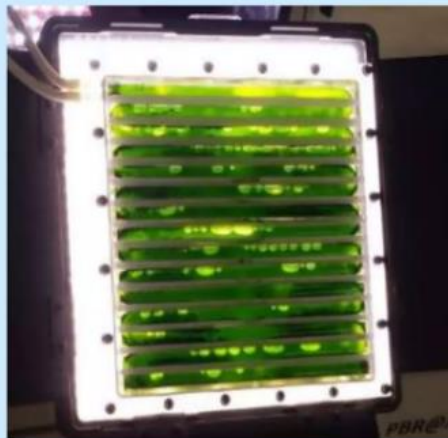
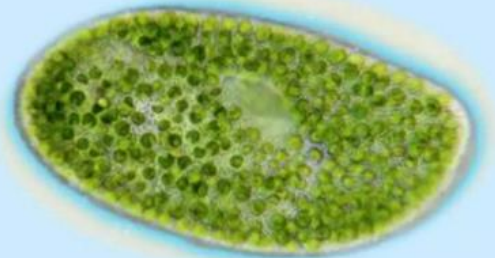
بیوپلیمرها پلیمرهایی هستند که از منابع تجدیدپذیر مانند گیاهان، حیوانات، باکتری ها، قارچ ها و جلبک ها تولید می شوند. آنها همچنین می توانند در مواد و بسیاری از کاربردهای دیگر مفید باشند. جلبک ها از بسیاری جهات یکی از امیدوار کننده ترین موجودات هستند.

ریزجلبک ها در تحقیقات فضایی

MICRO ALGAE IN SPACE RESEARCH

Algae produce oxygen in space

- **Chlorella** and **Euglena** grown in photobioreactor is used to produce oxygen in the space for the Astronauts using their waste and help them for long term expedition in space
- NASA and many other space research station in the world open opportunities for planktologist



- تولید اکسیژن
- استفاده از ضایعات و پسماند

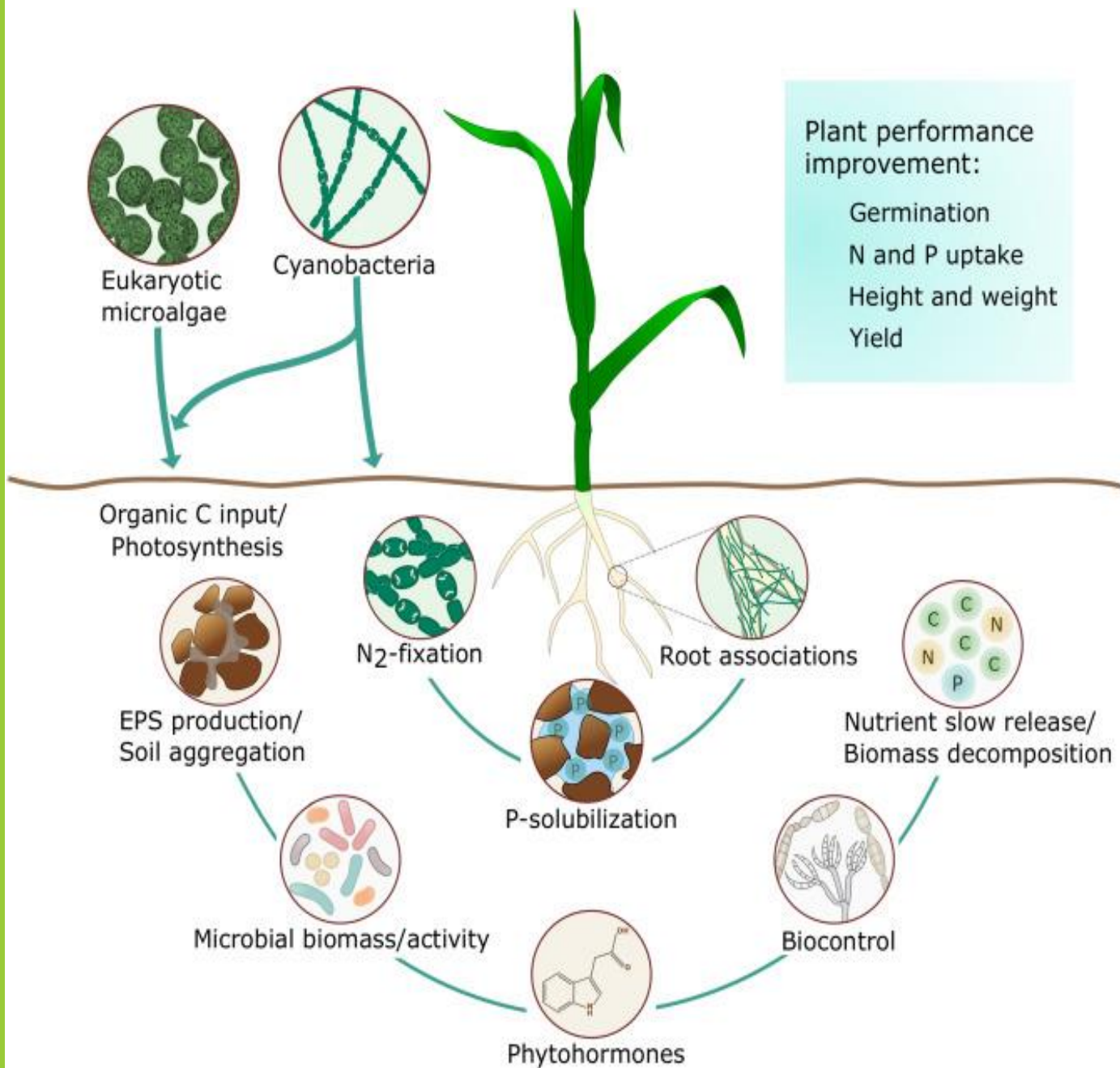
کود کشاورزی (Fertilizer)

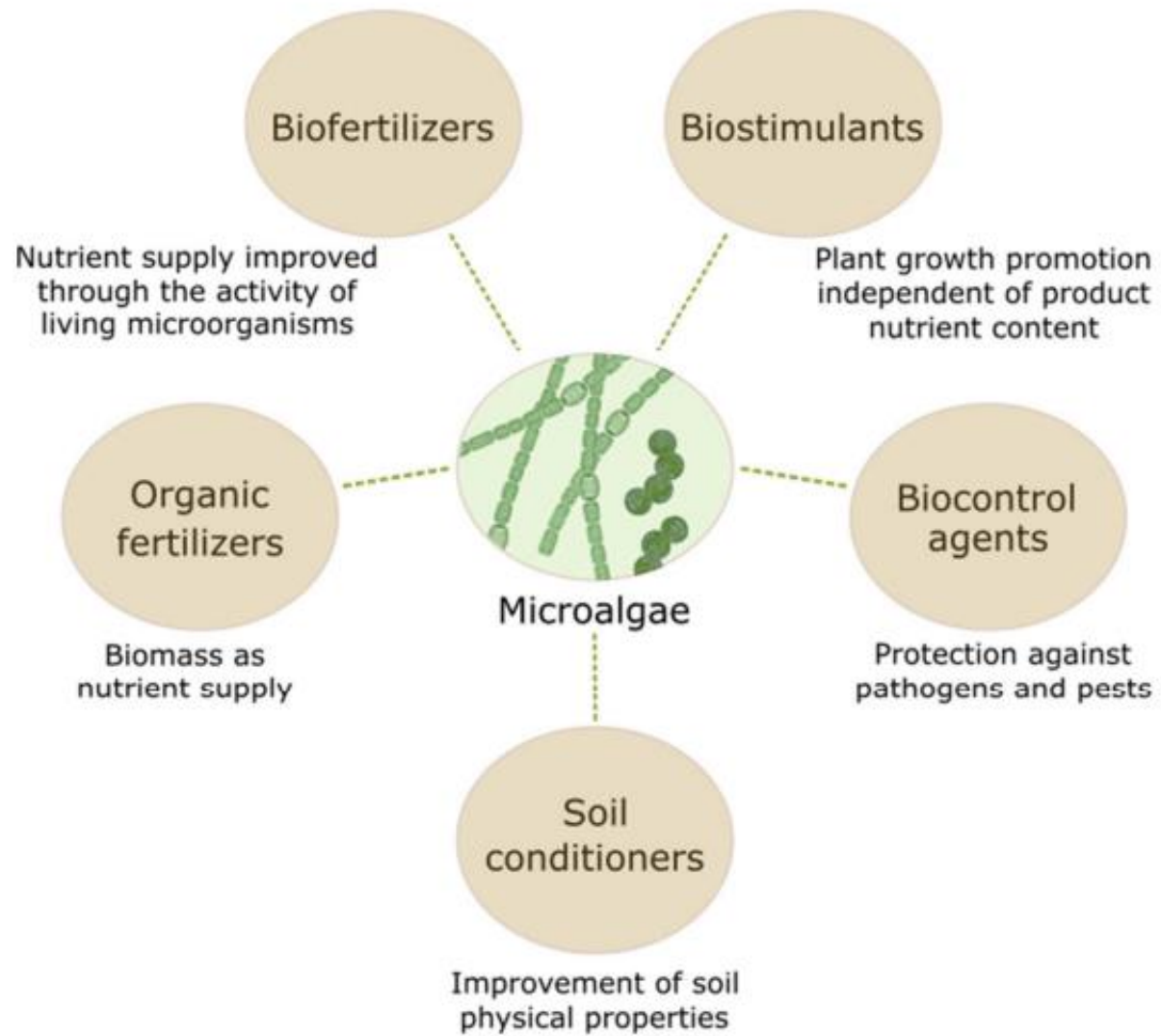
- هر دو جلبک ماکرو و میکرو حاوی ترکیبات متعددی برای تقویت جوانه زنی، رشد برگ یا ساقه، گلدهی هستند و همچنین می توانند به عنوان یک عامل محافظ بیولوژیکی در برابر بیماری های گیاهی استفاده شوند و در مناطق مختلف ساحلی مورد استفاده قرار می گیرند. پس از بازیابی روغن و کربوهیدرات ها از جلبک های بزرگ و ریزجلبک ها، هنوز بسیاری از مواد مغذی در زیست توده مصرف شده باقی می ماند. یکی از کاربردهای بالقوه این زیست توده باقیمانده، استفاده به عنوان کود زیستی است و پتانسیل اقتصادی جلبک ها را برای استفاده مجدد در کشت پس از استخراج مواد مغذی افزایش می دهد. زیست توده باقیمانده به عنوان کود مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

Table 6. Plant growth enhancing compounds derived from several Cyanobacteria⁶⁴

S.No .	Cyanobacteria	Growth enhancers
1.	<i>Cylindrospermum sp.</i>	Vitamin B12
2.	<i>Tolypothrix tenuis</i>	Vitamin B12
3.	<i>Nostocmuscorum, Hapalosiphon fontinalis</i>	Vitamin B12
4.	<i>Nostoc , Hapalosiphon</i>	Auxin like Indole-3-acetic acid, indole-3-propionic acid or 3-methyl indole

اثرات ریزجلیک ها بر خاک و گیاهان



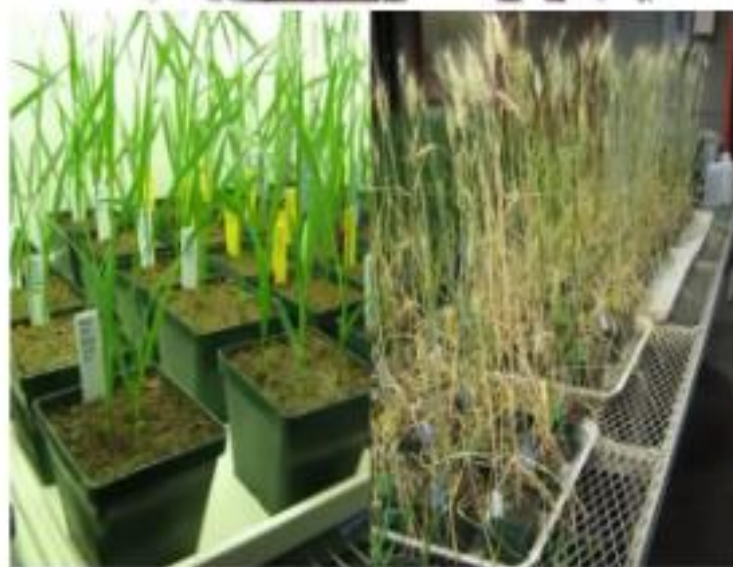


محصولات مشتق شده از ریزجلبک در کشاورزی برای بهبود خاک و محصول تولیدی و حفاظت

آفت کش های زیستی مبتنی بر ریزجلبک

آفت کش های طبیعی مشتق شده از گیاهان، حیوانات، میکروارگانیسم ها و مواد معدنی جایگزینی برای آفت کش های مصنوعی ارائه می کنند. ریز جلبک ها اخیراً به عنوان یک نوع جدید از آفت کش ها ظاهر شده اند. ارائه چندین ویژگی منحصر به فرد که آن را از مواد مصنوعی و سایر محصولات طبیعی متمایز می کند.





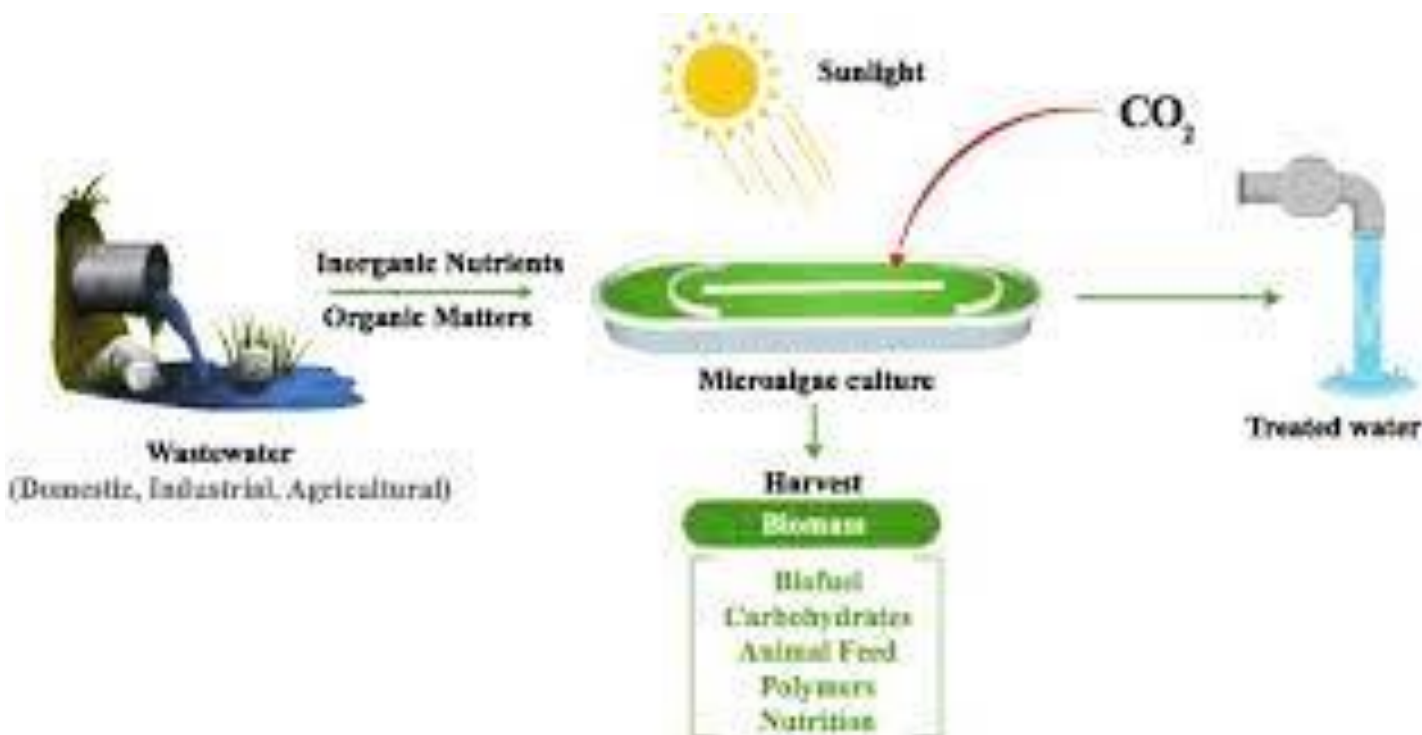
تولید کاغذ (Fibres for paper)

- پلی‌ساکاریدهای مختلف حاوی گوگرد، پایداری ساختاری بیشتر جلبک‌ها را فراهم می‌کنند. به عنوان یک ماده اولیه بالقوه، جلبک‌های حاوی سلولز را می‌توان برای تولید کاغذ در اختیار داشت، اما نمونه‌های کمی از جلبک‌ها به عنوان منبع الیاف غیر چوبی وجود دارد.

تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب می تواند هزینه قابل توجهی در صنایع غذایی داشته باشد و ریزجلبک ها جزء مهم بسیاری از سیستم های تصفیه فاضلاب هستند. تحقیقات قابل توجهی در ۶۰ سال گذشته بر روی سیستم های تصفیه جلبکی شده است و کمک زیادی به درک و طراحی کارخانه برای تولید زیست توده جلبکی کرده است.

تولید سوخت زیستی جلبکی می تواند یکی از محصولات جانبی تصفیه فاضلاب بوسیله جلبک ها باشد.



سایر محصولات ارزشمند تولید شده از زیست توده جلبکی هزینه های تصفیه فاضلاب بوسیله جلبک را جبران می کند، در این پروسه مسائل ایمنی و درک عمومی از استخراج خوراک و مواد غذایی از زباله وجود دارد که موضوعی زمانبر است و گذشت زمان آن را حل و فصل می نماید.

تصفیه پساب شهری

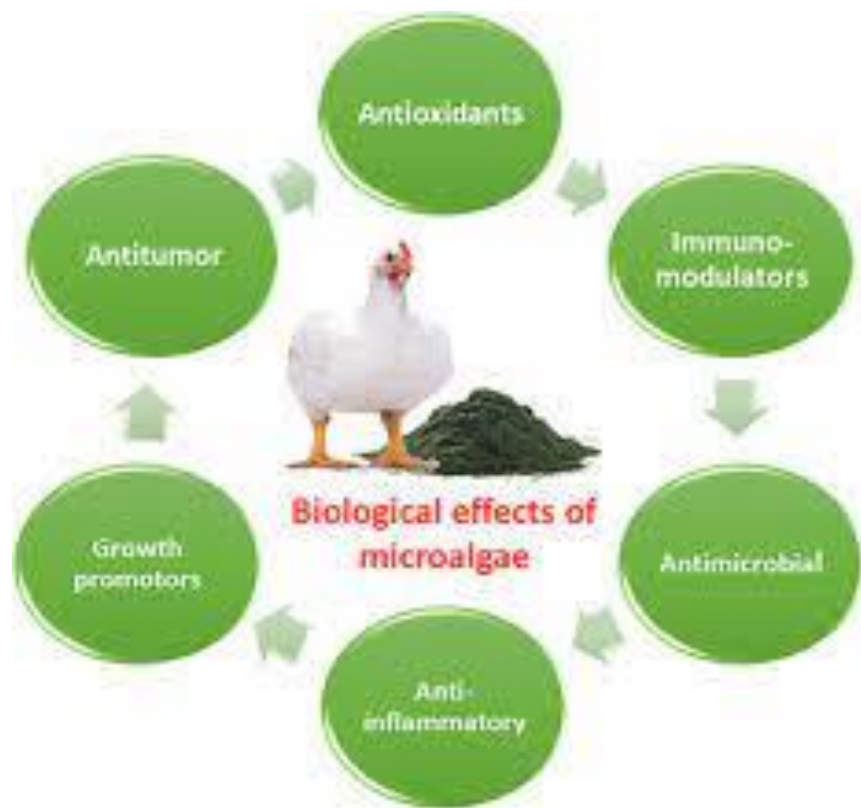


کاربرد در خوراک دام، طیور و آبزیان



- جلبک ها سرشار از مواد مغذی و معدنی مختلف هستند که حیوانات برای بدن خود به آنها نیاز دارند، از جمله پروتئین، چربی، کربوهیدرات، ویتامین ها، فسفر، روی، منیزیم و آهن. جلبک برای خوراک دام می تواند به بهبود سلامت روده حیوان کمک کند.

- همچنین سیستم ایمنی بدن حیوان را فعال می کند. با تمام این فواید تغذیه ای، به بهبود سلامت کلی حیوان، بهبود پوست و بهداشت دهان کمک می کند.



محصولات با کیفیت بالا و مناسب برای خوراک دام



Aquatic Food Web

The Detroit River and Lake Saint Clair are part of the Great Lakes basin that provides an important food source for the region and the country. Below are sample species in the Great Lakes Aquatic Food Web.

Tertiary (Top-Level) Consumers

Humans, certain bird and fish species.



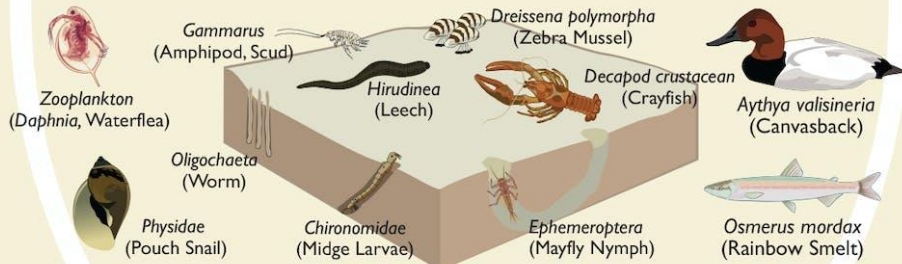
Secondary Consumers

Smaller fish and other species. Some species may be both predators and prey.



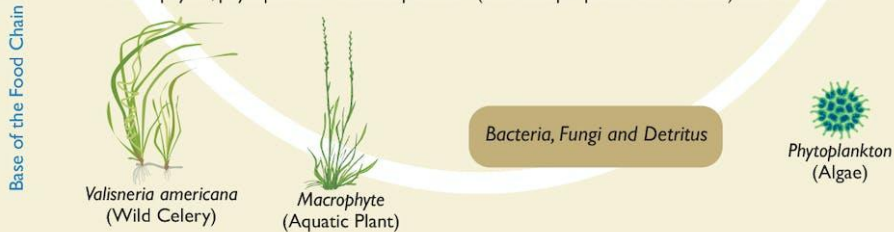
Primary Consumers

Smaller fish and other species. Some species may be both predators and prey.



Producers, Decomposers & Nutrients

Macrophytes, phytoplankton and zooplankton (microscopic plants and animals) and detritus.



کاربرد در آبی پروری (Aquaculture feed)

در حال حاضر از خوراک جلبک‌های مختلف برای پرورش ماهی‌های مختلف مانند لارو، بچه ماهی و باله‌ماهی استفاده می‌شود. رایج‌ترین جلبک‌های مورد استفاده برای خوراک آبی پروری کلرلا، تتراسلمیس، پاولوا، فائوداکتیلوم، نانوکلوپسیس، اسکلتما و تالاسیوسیرا هستند. بسیاری از شرکت‌ها از کلرلا و اسپیرولینا یا مخلوط آنها، در خوراک آبی پروری استفاده می‌کنند.

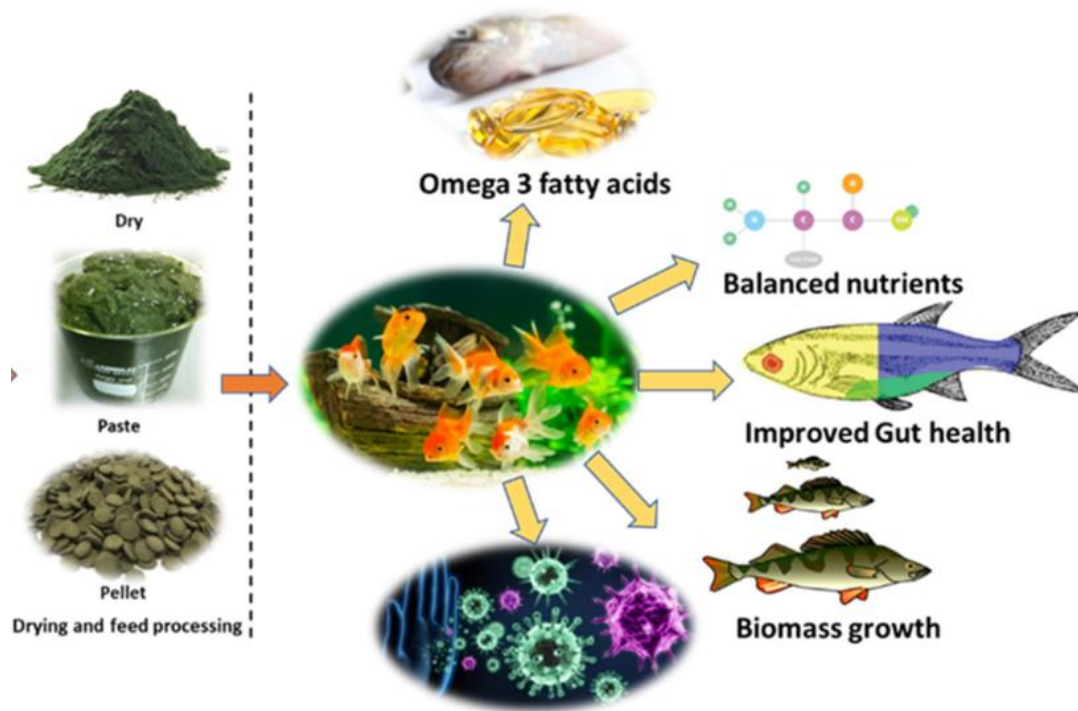
ریزجلبک ها در آبزی پروری

- ❖ Direct/Indirect consumption
- ❖ Required criteria:
 - Easily cultured
 - Nontoxic
 - Digestible cell wall
 - High nutritional quality:
 - Determined by protein & vitamin contents, and the ratio of unsaturated fatty acids
- ❖ Mixing species of microalgae → **balanced nutrition**

کاربرد ریزجلبک ها در آبزی پروری:

- تغذیه لارو
- غنی سازی غذای آبزیان
- رنگ بافت

نحوه مصرف ریزجلبک ها در آبی پروری:



- روش مستقیم

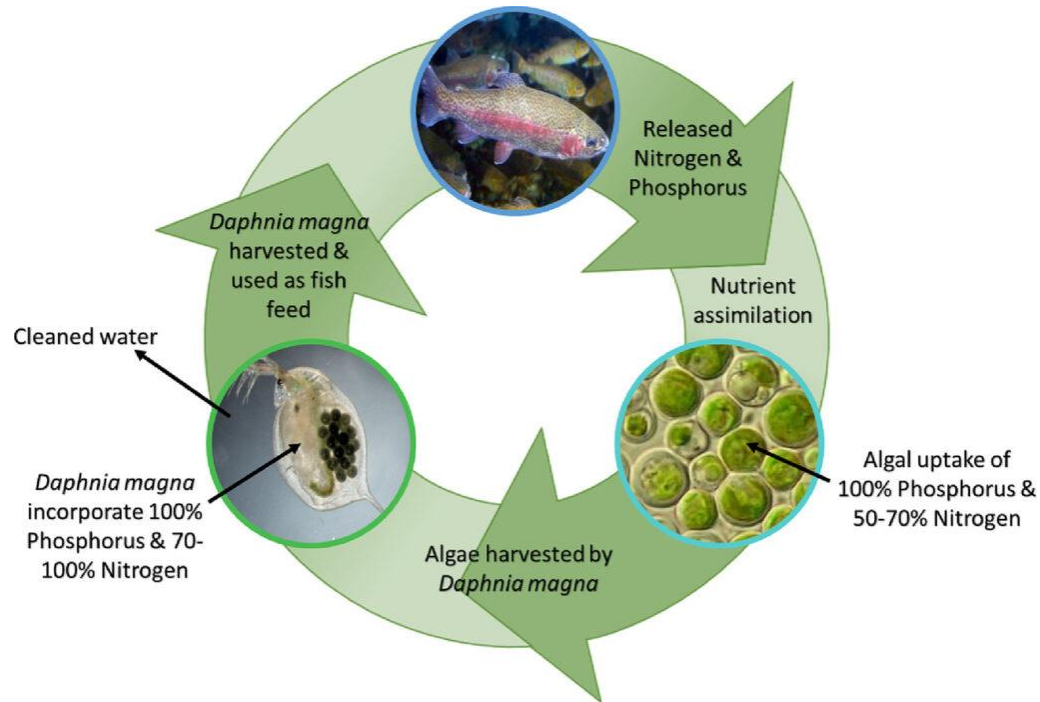
افزودن این مواد غذایی با ارزش به رژیم غذایی

- روش غیر مستقیم

استفاده از ریزجلبک ها برای پرورش زئوپلانکتون هایی چون آرتمیا، روتیفر، و دافنی است که به نوبه خود به عنوان منابع غذایی برای لارو ماهی ها استفاده می شوند.

ریزجلبک‌های مورد استفاده برای تغذیه لاروها:

ریزجلبک‌ها به عنوان غذای زنده در تغذیه ی صدف‌ها (اویسترها، کلم‌ها و ماسل‌ها) و نیز توتیا و خیار دریایی استفاده می‌شود. هم‌چنین برای پرورش لارو ماهی‌ها و نیز افزایش زیست‌توده ی زئوپلانکتون‌ها در مراکز پرورش ماهی به کار می‌روند.



- *Chaetoceros*
- *Thalassiosira*
- *Tetraselmis*
- *Isochrysis*
- *Nannochloropsis*

ریز جلبک‌های مورد استفاده در صنایع آبزی پروری بعنوان غنی کننده غذای آبزیان:

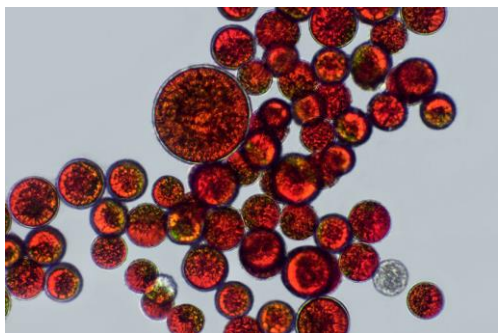


- *Chlorella*
- *Tetraselmis*
- *Isochrysis*
- *Chaetoceros*
- *Nannochloropsis*
- *Skeletonema*
- *Thalassiosira*
- *Pavlova*

رنگ بافت:

ریزجلبک‌های منابع طبیعی رنگدانه‌ها، در مراکز پرورش ماهی سالمون، قزل آلا و

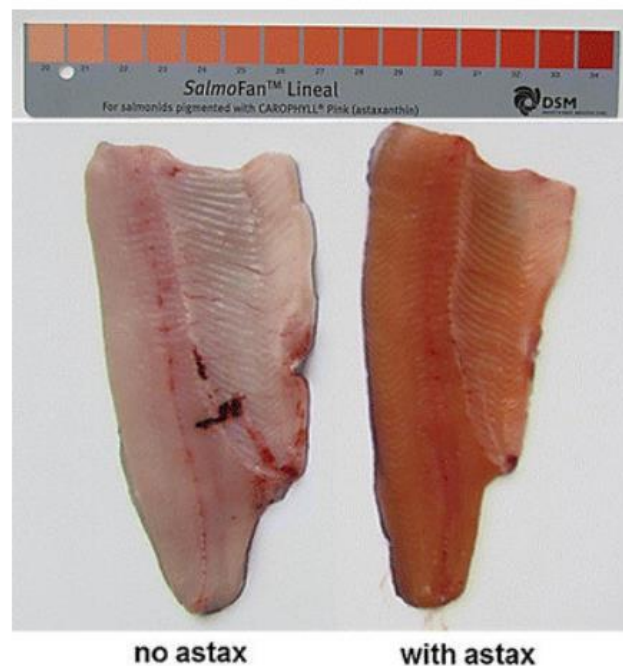
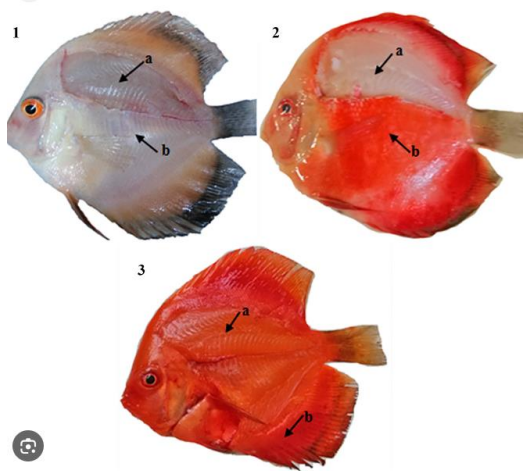
ماهیان زینتی:



■ *Dunaliella salina*

■ *Haematococcus pluvialis*

■ *Spirulina sp.*



■ باعث افزایش ارزش بازاری محصولات

موانع استفاده از ریزجلبک ها

علیرغم پیشرفت های زیاد در تمامی زمینه های تولید و پرورش و فرآوری ریزجلبک ها، هنوز مشکلاتی در رابطه با سطح ایمنی زیست توده، امکان سنجی اقتصادی، و کمبود دانش در مورد ارزیابی اقتصادی و تجزیه و تحلیل چرخه آن که مانع صنعتی شدن یا تجاری سازی آن در یک کشور می باشد. در آینده نزدیک با حل این مشکلات، ریزجلبک ها نقش محوری تری برای توسعه پایدار خواهند داشت.

- ❖ **Current trend: avoiding using microalgae**
 - High cost
 - Difficulty in producing, harvesting & storing
- ❖ Alternatives have been develop, but are not advanced enough to be widely applied.



با تشکر از توجه شما



مشارکت‌آموزم و رشد تولید ۱۴۰۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی



موسسه آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت علمی و فناوری

شبکه دانش کشاورزی

سلسله برنامه‌های ویدیو کنفرانس انتقال دانش به‌روز در گستره ملی بخش کشاورزی

عنوان:

کاربرد ریزجلبک‌ها در صنایع

سخنران:

هادی غفاری

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

۵ دی ۱۴۰۲ - ساعت: ۱۱:۳۰