



### زیست فناوری کاربرد ریز جلبکها در آبی پروری و کنترل بیماری های انگلی و باکتریایی آبزیان

لادن بافته چی<sup>۱\*</sup>، محمدحسین فیض حداد<sup>۲</sup>

۱. گروه میکروبیولوژی نفت، پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

\*مسئول مکاتبات: ladanbaftechi@yahoo.com

#### چکیده

ریزجلبکها از قدیمی ترین و سازگارترین موجودات کره زمین بوده که با انجام عمل فتوسنتز نقش مهمی در تولید اکسیژن و ایجاد حیات داشته اند. این موجودات نیازهای غذایی ساده ای داشته و به راحتی قابل کشت هستند. بیومس حاصل از ریز جلبکها در صنایع و بخش های مختلف کاربردهای متنوعی دارند. این میکروارگانیسمها همچنین پتانسیل تولید ترکیبات زیستی فعال (bioactive compounds) نظیر پلی ساکاریدها، اسیدهای چرب غیراشباع (PUFAs)، آنتی اکسیدانها و پپتیدهای ضد میکروبی را داشته و نقش مؤثری در بهبود سلامت آبزیان و افزایش بازده آبی پروری ایفا می کنند. استفاده از گونه هایی مانند *Chlorella*, *Spirulina* و *Nannochloropsis* در تغذیه ماهیان و میگوها موجب تقویت سیستم ایمنی، افزایش مقاومت در برابر بیماری های باکتریایی نظیر *Vibrio spp.* و کاهش بار انگل هایی مانند *Ichthyophthirius multifiliis* شده است. افزون بر اثرات تغذیه ای و زیست محیطی، مطالعات جدید نشان می دهد که ریزجلبکها می توانند به عنوان ناقل زیستی واکسن های خوراکی برای آبزیان به کار روند. بیان آنتی ژن های خاص درون سلول های جلبکی و تغذیه آبزیان با آنها، می تواند ایمنی فعال علیه برخی پاتوژن ها بدون نیاز به تزریق مستقیم واکسن ایجاد کند. همچنین، افزودن ریزجلبکها به آب مزارع آبی پروری باعث بهبود کیفیت آب و محدودسازی رشد عوامل بیماری زا می شود. بهره گیری از ریزجلبکها به عنوان جایگزین طبیعی آنتی بیوتیکها و پشتیبان ایمنی بعنوان واکسن های خوراکی (oral vaccines) گامی مؤثر در توسعه پایدار و زیست سازگار آبی پروری است.

**واژگان کلیدی:** آبزیان، تغذیه، ریز جلبک، کنترل بیماری، واکسن خوراکی.

#### مقدمه

ریز جلبکها از جمله قدیمی ترین موجوداتی هستند که تقریباً در تمام اکوسیستم های سراسر دنیا یافت می شوند. این موجودات در محیط های رقابتی تکامل یافته و توسط طیف وسیعی از مصرف کنندگان استفاده می شوند و در این میان در معرض پاتوژن های میکروبی مانند باکتری ها، ویروس ها و قارچ ها نیز قرار می گیرند. به این ترتیب، جهت حفظ بقا خود استراتژی های دفاعی و مقاومتی خاص خود را گسترش داده اند. تنوع این مکانیسمها بدلیل تنوع و فراوانی زیاد ترکیبات سنتز شده از مسیرهای متابولیکی مختلف می باشد. به نظر می رسد برخی از این متابولیتها ساختار شیمیایی منحصر به فردی دارند که در میان سایر موجودات خاکزی یافت نمی شوند و گاهی پیچیدگی ساختار به حدی است که بازسازی آنها با روش های شبیه ساز بسیار مشکل می شود (Borowitzka, 1995).

در دهه های اخیر، توجه به بیوتکنولوژی و استفاده از ترکیبات دریایی و کاربردهای آنها مورد توجه و بررسی محققان قرار گرفته است (Dyshlovoy and Honecker, 2015; Suleria et al., 2015). از میان طیف وسیع موجودات دریایی، ریزها بدلیل رشد سریع و نیازهای غذایی ساده خود به عنوان منابع قابل توجهی از تکنولوژی آبی اهمیت ویژه ای یافته اند. در این میان برخی گونه ها نیز قادر به رشد در آب های شور یا پسابها هستند که با توجه به کمبود منابع آبی این ویژگی از صفات ارزشمند آنها محسوب می شود. ریز جلبکها به طور معمول موجوداتی تطابق پذیرند و قادرند با محیط های متنوع و گوناگون سازگاری داشته باشند. به این ترتیب، این میکروارگانیسمها مورد مناسبی برای بررسی مولکول های جدید یا تولید مولکول های شناخته شده با هزینه کم هستند. با توجه به انعطاف پذیری ویژه این موجودات، ماهیت و میزان متابولیت های ثانویه آنها از طریق کنترل شرایط کشت قابل تنظیم و تغییر است. ترکیبات ارزشمندی از جمله رنگیزه ها، لیپیدها،



پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، ویتامین‌ها یا مواد معدنی قابل استخراج از ریز جلبک‌ها هستند (Encarnacao *et al.*, 2015; Talero *et al.*, 2015). تحقیقات وسیعی که در خصوص بیوتکنولوژی ریز جلبک‌ها صورت گرفته نشان‌دهنده کاربرد گسترده این محصولات در صنایع داروسازی، آرایشی، صنایع غذایی انسان و حیوانات، حفظ محیط زیست و بیوانرژی می‌باشد. برخی از این ترکیبات فعالیت بیوتکنولوژی خاصی مانند فعالیت آنتی اکسیدانی، ضد لخته، ضد التهاب، ضد میکروبی یا ضد توموری دارند. کاربرد این ترکیبات به عنوان منابع پریبیوتیک، مواد مغذی، عوامل شیمیایی پیشگیری کننده یا داروهای ضد میکروبی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج قابل توجهی داشته است (De Jesus *et al.*, 2010; Raposo and de Moraes, 2016; Talero *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2010). ریز جلبک‌ها همچنین از نظر تولید طیف گسترده‌ای از رنگیزه‌ها مانند کلروفیل، فیکوبیلی پروتئین‌ها یا کاروتنوئیدها که به عنوان رنگ کاربردهای خاصی در صنایع غذایی و دارویی دارند مورد توجه خاص هستند.

ابتدایی‌ترین و بیشترین کاربرد ریز جلبک‌ها در کشت‌های آبی و صنایع آبرزی‌پروری است که بعنوان منابع غذایی و مکمل‌های تغذیه‌ای برای رشد لاروها یا بچه‌های آبزیان مختلف مانند انواع ماهی‌ها، صدف‌ها و سخت‌پوستان مصرف شده و می‌توانند برای مراحل پالایش در انواع بالغ نیز استفاده شوند. ریز جلبک‌ها همچنین برای تغذیه زئوپلانکتون‌هایی که برای مصرف لارو ماهی‌ها و سخت‌پوستان استفاده می‌شوند، کاربرد دارند. این موجودات نه تنها بعنوان منابع غذایی بلکه جهت بهبود کیفیت کشت‌های آبی کارایی دارند. به عنوان مثال آستاگزانتین که غالباً در ریز جلبک سبز *Haematococcus pluvialis* یافت می‌شود سبب رنگ‌دهی و افزایش میزان رنگ گوشت سالمون و قزل‌آلا می‌شود. رنگیزه آبی marennine که از دیاتمه *Haslea ostrearia* قابل استخراج است نیز سبب رنگ سبز-آبی آبشش‌ها و پالپ‌های لبی صدف‌ها شده و باعث افزایش ارزش تجاری آنها می‌شود (Gastineau *et al.*, 2014).

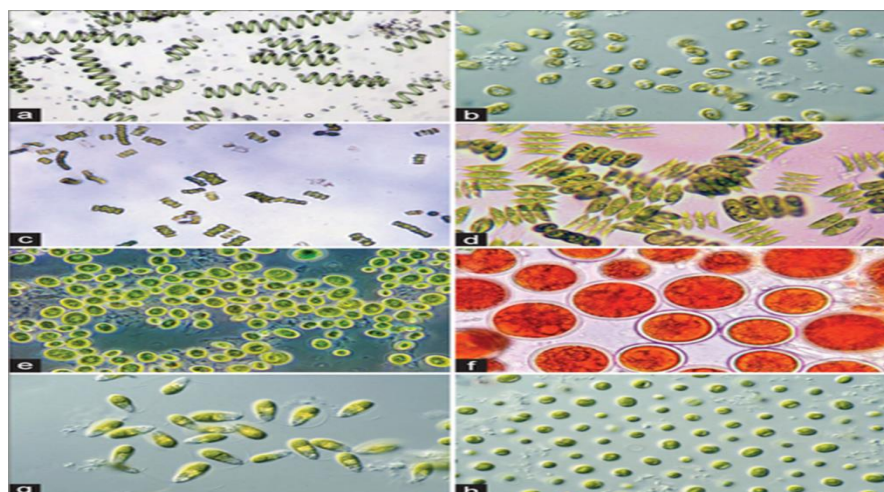
با توجه به تنوع زیستی قابل توجه ریز جلبک‌ها و پیشرفت‌های حاصله در زمینه روش‌های کشت، غربالگری، استخراج و خالص‌سازی مشخص شده که این میکروارگانیسم‌ها در آینده بخشی از مهمترین منابع تولید محصولات جدید تکنولوژی (blue technology) به شمار می‌روند. امروزه ترکیبات زیستی فعال سیانوباکتری‌ها بیش از سایر ریز جلبک‌های یوکاریتی مورد بررسی قرار گرفته که این امر بدلیل روش‌های آسانتر کشت آنها و مطالعات و تحقیقات اخیر انجام شده بر روی آنها می‌باشد (Gupta *et al.*, 2013; Vijayakumar and Menakha, 2015). یکی از مشکلات اصلی کشت ریز جلبک‌ها آلودگی باکتریایی آنها است (Deschenes *et al.*, 2015). در حالیکه کشت‌های گونه‌های سیانوباکتریایی مقاومت بیشتری دارند.

هدف از این پژوهش، مروری بر کاربردهای ریز جلبک‌ها در صنعت آبرزی‌پروری و نقش آنها بعنوان منابع غذایی یا مکمل‌های تغذیه‌ای بوده و با توجه به پتانسیل بالقوه این میکروارگانیسم‌ها در تولید بیومس و ترکیبات زیستی فعال نقش این ترکیبات بعنوان واکسن خوراکی جهت کنترل بیماری‌های گوناگون آبزیان خصوصاً بیماری‌های باکتریایی و انگلی بررسی شده است.

### ریز جلبک‌ها

در طی دهه‌های گذشته، استفاده و کاربرد ریز جلبک‌ها در کشت‌های آبی افزایش یافته و بهینه شده است. انتخاب گونه‌های ریز جلبکی در کشت‌های آبی به پتانسیل آنها در شرایط کشت، اندازه سلول و ارزش تغذیه‌ای کل این موجودات بستگی دارد. بیشترین گونه‌های ریز جلبکی مورد استفاده در کشت‌های آبی شامل گونه‌های مختلف از خانواده جلبک‌های سبز، سبز-آبی و دیاتمه‌ها هستند. از مهم‌ترین سویه‌های کاربردی می‌توان به جنس‌های زیر اشاره کرد (شکل 1):

Skeletonema, Thalassiosira, Chaetoceros, Tetraselmis, Chlorella, Spirulina, Pavlova, Scenedesmus, Haematococcus, Dunaliella, Nanochloropsis, Phormidium, Anabaena, Cyanothece.



شکل ۱: تصاویر ریز جلبک‌های کاربردی در کشت‌های آبی.

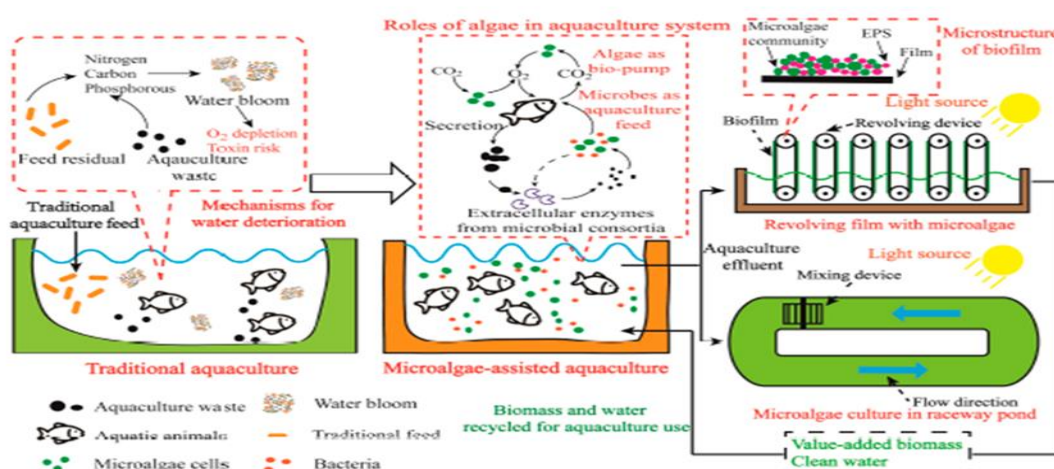
a: *Spirulina* sp., b: *Pavlova* sp., c: *Desmudismus* sp., d: *Scenedesmus* sp., e: *Chlorella* sp., f: *Haematococcus* sp., g: *Dunaliella* sp., h: *Nannochloropsis* sp.

### فواید استفاده از ریز جلبک‌ها در آبیاری پروری

ریز جلبک‌ها بعنوان ضروری‌ترین بخش اکوسیستم‌های آبی از جمله اقیانوس‌ها و دریاچه‌ها نقش ارزشمندی در محیط‌های آبی، سلامت آبزیان و برقراری تعادل اکوسیستم بر عهده دارند. سلول‌های ریز جلبکی به عنوان یک منبع غنی از پروتئین، اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFAs)، پلی‌ساکاریدها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه ضروری نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت آب و رشد آبزیان مانند ماهی‌ها، میگو، خرچنگ‌ها و سخت‌پوستان ایفا می‌کنند (Ma et al., 2020) مهم‌ترین این اثرات شامل:

### بهبود کیفیت آب

ریز جلبک‌ها به دلیل خاصیت فتوسنتزی خود، می‌توانند سطح اکسیژن را در سیستم‌های آبیاری پروری افزایش و غلظت گازهای مضر مانند دی‌اکسید کربن را کاهش دهند. این فرآیند موجب بهبود کیفیت آب و سلامت محیط زیستی آبزیان می‌شود. به این ترتیب این میکروارگانیسم‌ها بعنوان بیوپمپ در اکوسیستم‌های آبی عمل کرده و سبب تنظیم جمعیت میکروبی آب‌ها، جلوگیری از بلوم‌های میکروبی و یوتروفیکاسیون در اثر کاهش اکسیژن می‌شوند علاوه بر این سلول‌های جلبکی با جذب ترکیبات نیتروژن و فسفر نقش بسزایی در بهبود کیفیت آب‌ها دارند (Pei et al., 2019) (شکل ۲).



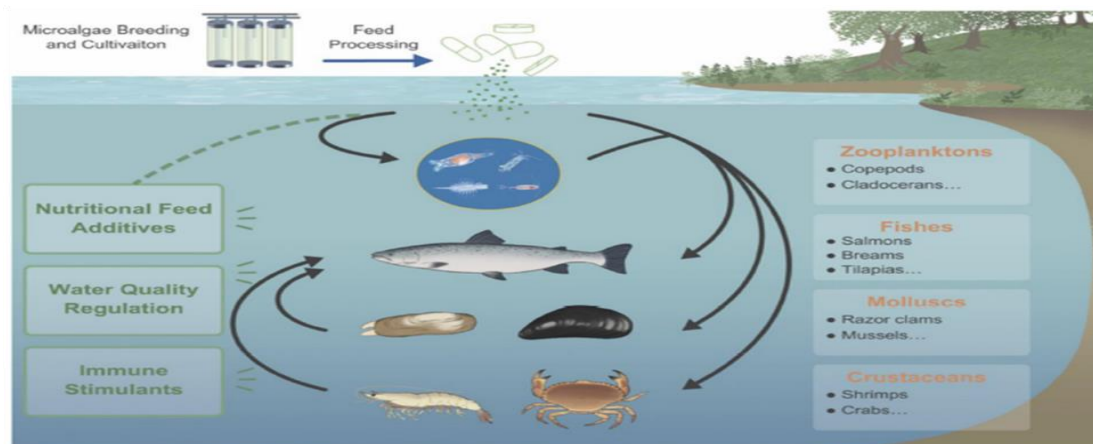
شکل ۲: مقایسه کشت‌های آبی سنتی و مدرن (با ریز جلبک‌ها) و بررسی نقش ریز جلبک‌ها بر کیفیت آب و آبیاری پروری.

### افزایش سرعت رشد و بازده تولید

مطالعات نشان داده‌اند که افزودن ریز جلبک‌ها به جیره غذایی ماهیان، می‌تواند رشد آنها را تسریع کند. این به دلیل محتوای بالای پروتئین و اسیدهای چرب ضروری است که به رشد بهتر عضلات و افزایش بازده تولید کمک می‌کند.

### ارتقاء سیستم ایمنی آبزیان

ریز جلبک‌ها قادرند تولید برخی ترکیبات فعال زیستی مانند پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و ویتامین‌ها را تحریک و سنتز کنند که در تقویت سیستم ایمنی ماهیان موثر هستند. این ترکیبات می‌توانند مقاومت آبزیان را در برابر بیماری‌ها و استرس‌های محیطی افزایش دهند (شکل 3).

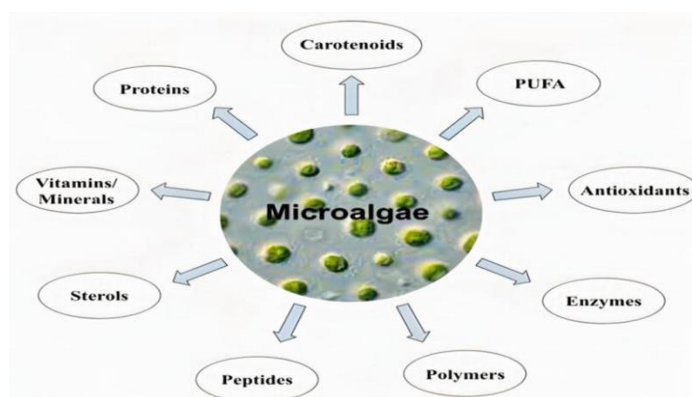


### شکل 3: اهمیت ریز جلبک‌ها در صنعت آبی پروری.

ریز جلبک‌ها بعنوان منابع غذایی مستقیم یا غیر مستقیم برای خوراک آبزیان مصرف شده و قادرند سبب تحریک سیستم ایمنی در برابر بیماری‌ها شوند همچنین نقش مهمی در تنظیم کیفیت آب‌ها دارند.

### استفاده از ریز جلبک‌ها به عنوان خوراک برای ماهی و سایر آبزیان

ریز جلبک‌ها بعنوان اولین حلقه زنجیره غذایی از اجزاء اصلی کشت‌های آبی بوده و حاوی مواد مغذی و ترکیبات ضروری برای لاروهای دوکفه‌ای‌ها، سخت‌پوستان و ماهی‌ها هستند. سلول‌های ریز جلبکی غنی از پروتئین، اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFAs)، پلی‌ساکاریدها، آمینواسیدها، رنگیزه‌ها و ... هستند (شکل 4) و به این ترتیب به عنوان غذای اصلی آبزیان به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرند.



### شکل 4: ترکیبات زیستی فعال تولید شده از ریز جلبک‌ها.



# همایش ملی فناوری و نوآوری در آبرزی پروری

## امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

به عنوان مثال جلبک‌هایی مانند *Spirulina* و *Chlorella* غنی از پروتئین‌های با کیفیت بالا هستند که می‌توانند به عنوان منبع اصلی پروتئین در خوراک ماهیان و سخت‌پوستان استفاده شوند. به علاوه، این جلبک‌ها حاوی مقادیر بالای اسیدهای چرب امگا-3 هستند که برای سلامتی ماهی‌ها و انسان‌ها بسیار مفید است (جدول 1).

### جدول 1: ترکیبات اصلی ریزجلبک‌ها و نقش آن‌ها در تغذیه آبزیان.

| نوع ریزجلبک            | ترکیب اصلی                                            | نقش در تغذیه آبزیان                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <i>Spirulina</i>       | پروتئین، ویتامین B <sub>12</sub> ، اسیدهای چرب امگا-3 | منبع غنی پروتئین و اسیدهای چرب امگا-3 برای رشد ماهیان |
| <i>Chlorella</i>       | پروتئین، کلروفیل، ویتامین‌های A، C، B                 | افزایش مقاومت به بیماری‌ها                            |
| <i>Nannochloropsis</i> | اسیدهای چرب امگا-3، پروتئین، مواد معدنی               | بهبود کیفیت گوشت ماهی، افزایش درصد چربی مفید          |
| <i>Dunaliella</i>      | کاروتنوئیدها (بتاکاروتن)، پروتئین                     | تقویت سیستم ایمنی، افزایش مقاومت به استرس‌های محیطی   |

دوز مصرفی مناسب ریزجلبک‌ها بسته به نوع ماهی، اندازه آن، و شرایط محیطی متغیر است. در تحقیقات مختلف معمولاً 5-10 درصد از جیره غذایی ماهیان به ریزجلبک‌ها اختصاص داده شده است. برای ماهیان آب شیرین، جلبک‌های *Chlorella* و *Spirulina* می‌توانند به عنوان مکمل به جیره غذایی افزوده شوند تا به تقویت رشد و افزایش میزان چربی‌های مفید در بدن ماهیان کمک کنند. برای ماهیان آب شور، جلبک‌های *Nannochloropsis* و *Isochrysis* به عنوان منابع غنی از اسیدهای چرب امگا-3 استفاده می‌شوند (جدول 2).

### جدول 2: دوز مصرف ریزجلبک‌ها برای ماهیان در سیستم‌های آبرزی پروری.

| نوع ریزجلبک            | دوز پیشنهادی در جیره غذایی ماهیان (%) | نوع ماهی/آبرزی          | هدف مصرف                            |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| <i>Spirulina</i>       | 5-10٪ از جیره غذایی                   | ماهیان آب شیرین و شور   | افزایش رشد و تقویت سیستم ایمنی      |
| <i>Chlorella</i>       | 3-8٪ از جیره غذایی                    | سخت‌پوستان، ماهیان کوچک | بهبود کیفیت گوشت و سیستم ایمنی      |
| <i>Nannochloropsis</i> | 5-10٪ از جیره غذایی                   | ماهیان آب شور           | افزایش درصد چربی مفید و اسیدهای چرب |
| <i>Dunaliella</i>      | 2-5٪ از جیره غذایی                    | ماهیان آب شیرین و شور   | بهبود مقاومت به بیماری‌ها و استرس   |

### کنترل بیماری‌های باکتریایی و انگلی با استفاده از ریزجلبک‌ها

#### بیماری‌های باکتریایی

باکتری‌ها از شایع‌ترین عوامل بیماری‌زا در گونه‌های کشت شده آبزیان هستند و اثرات خفیف تا شدیدی را بر سلامتی و بقاء موجودات دارند که از میان آنها سویه‌های *Pseudomonas*، *Aeromonas* بیشتر در گونه‌های آب شیرین و سویه‌های *Vibrio* بیشتر در گونه‌های دریایی ماهی‌ها، میگو و دوکفه‌ای‌ها ایجاد بیماری می‌کنند.

بیماری‌های ناشی از باکتری‌های *Vibrio*، *Aeromonas*، *Pseudomonas* و *Flavobacterium* از جمله بیماری‌های مهم در ماهیان هستند. این بیماری‌ها می‌توانند به عفونت‌های داخلی و خارجی در ماهیان منجر شوند. ریز جلبک‌ها معمولاً به روش‌های زیر بیماری‌های باکتریایی را کنترل می‌کنند:

#### تولید متابولیت‌های ضدباکتریایی

ریزجلبک‌ها به دلیل توانایی تولید متابولیت‌های مختلف ضدباکتریایی، به عنوان یک روش طبیعی و مؤثر برای کنترل بیماری‌های باکتریایی در آبرزی پروری مطرح هستند. ترکیبات زیستی فعال این میکروارگانیسم‌ها خاصیت ضد میکروبی داشته سبب از بین بردن یا جلوگیری از رشد

بakterی‌های پاتوژن می‌شوند. همچنین پلی‌ساکاریدهای تولیدی آنها با افزایش ظرفیت فاگوسیتوزی ماکروفاژها سبب ارتقاء و فعال‌سازی سیستم ایمنی می‌شوند (Mohan et al., 2019). مطالعات موردی برخی از گونه‌های ریزجلبک‌ها مانند *Spirulina* و *Chlorella* نشان می‌دهند این سویه‌ها قادر به تولید ترکیبات ضدباکتری هستند که می‌توانند رشد باکتری‌های مضر را مهار کنند. این ترکیبات شامل اسیدهای چرب، پلی‌ساکاریدها، و پروتئین‌های ضدباکتری هستند (جدول 3).

### اثر ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی

ریزجلبک‌ها می‌توانند به کاهش التهابات ناشی از عفونت‌های باکتریایی در بدن ماهیان کمک کنند و با تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند PUFAs سبب تنظیم فعالیت‌های رشد، نفوذپذیری غشاء، فعالیت آنزیم‌ها و بهبود عملکرد سیستم ایمنی شوند. همچنین با تولید آنتی اکسیدان ها (استاگزانتین و بتاکاروتن) سبب افزایش محافظت در برابر ویروس‌های پاتوژن شده و سرعت بهبود بافت‌های آسیب‌دیده را تسریع می‌کنند (Charlotte et al., 2016).

جدول 3: مطالعات موردی اثرات ریزجلبک‌ها بر بیماری‌های باکتریایی و انگلی در پرورش آبزیان.

| مطالعه موردی                                           | عامل بیماری                  | نتیجه مطالعه                                                       |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| تأثیر <i>Spirulina</i> در پرورش ماهی کپور              | <i>Aeromonas</i>             | کاهش قابل توجه میزان عفونت‌های باکتریایی و افزایش مقاومت ماهیان    |
| تأثیر <i>Chlorella</i> در سیستم‌های پرورش ماهی قزل‌آلا | <i>Flavobacterium</i>        | کاهش عفونت‌ها و بهبود کیفیت گوشت ماهی                              |
| تأثیر <i>Nannochloropsis</i> در سیستم‌های پرورش میگو   | <i>Ichthyophthirius</i>      | کاهش شدت انگل‌ها و بهبود سلامت میگوها                              |
| تأثیر <i>Dunaliella</i> در سیستم‌های پرورش ماهی شور    | بیماری‌های باکتریایی و انگلی | تقویت سیستم ایمنی ماهیان و کاهش اثرات بیماری‌های انگلی و باکتریایی |

### بیماری‌های انگلی

بیماری‌های انگلی یکی از چالش‌های مهم و تاثیرگذار در صنعت آبرزی پروری هستند. این بیماری‌ها می‌توانند بر سلامت و رشد گونه‌های مختلف آبزیان اثر گذاشته و حتی باعث کاهش تولید و کیفیت محصولات شوند. بیماری‌های ناشی از انگل‌های کبدی مانند *Neodiplostomum spp.* و *Posthodiplostomum spp.* و انگل‌های روده‌ای مانند *Eustrongylides spp.* و نیز بیماری‌های حاصل از انگل‌های خارجی مانند *Ichthyophthirius multifiliis* (عامل بیماری نقطه سفید) و انگل‌های داخلی مانند *Gasterophilus* و *Camallanus* می‌توانند سلامت ماهیان را تهدید کنند (Charlotte et al., 2016). ریزجلبک‌ها می‌توانند به‌عنوان یک ابزار مؤثر برای تولید واکسن‌های خوراکی علیه این بیماری‌های انگلی عمل کنند. چندین روش استفاده از ریزجلبک‌ها در مبارزه با بیماری‌های انگلی عبارتند از:

### تحریک سیستم ایمنی در برابر انگل‌ها

برخی از ریزجلبک‌ها می‌توانند با تحریک سیستم ایمنی آبزیان باعث افزایش تولید سلول‌های ایمنی مانند لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها شوند که در برابر تکثیر انگل‌ها عمل می‌کنند. این پاسخ ایمنی می‌تواند موجب کاهش بار انگل‌ها در بدن آبزیان شود.

### تولید مواد ضدانگلی

ریزجلبک‌ها به دلیل داشتن ترکیباتی مانند پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌های ویژه، می‌توانند مواد ضدانگلی تولید کنند که مستقیماً از رشد و تکثیر انگل‌ها جلوگیری می‌کنند. به‌عنوان مثال، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که *Spirulina* و *Chlorella* می‌توانند خواص ضدانگلی در برابر انگل‌های روده‌ای داشته باشند.



### جلوگیری از تکثیر انگل‌ها

تحقیقات نشان داده‌اند که جلبک‌هایی مانند *Spirulina* و *Chlorella* می‌توانند فعالیت‌های ضدانگلی در محیط‌های آبرزی پروری داشته باشند و تعداد انگل‌ها را کاهش دهند. به این ترتیب مشخص می‌شود استفاده از ریزجلبک‌ها به عنوان مکمل در جیره غذایی یا به صورت مستقیم در آب، تأثیرات مثبتی در کاهش عفونت‌های باکتریایی و انگلی در ماهیان و میگوها داشته است. این اثرات به دلیل تولید ترکیبات ضدباکتریال و ضدانگلی از سوی ریزجلبک‌ها، بهبود سیستم ایمنی و اثرات ضدالتهابی است (Yamagishi and Ichinohe, 2019) (جدول 4).

جدول 4: اثرات ریزجلبک‌ها در کاهش شیوع بیماری‌های باکتریایی و انگلی در آبزیان.

| نوع ریزجلبک            | بیماری‌های باکتریایی هدف                   | بیماری‌های انگلی هدف                         | مکانیزم اثر                                  |
|------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Spirulina</i>       | <i>Vibrio</i> , <i>Aeromonas</i>           | انگل‌های خارجی مانند <i>Ichthyophthirius</i> | تولید متابولیت‌های ضدباکتریال و ضدانگلی      |
| <i>Chlorella</i>       | <i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> | انگل‌های داخلی مانند <i>Gasterophilus</i>    | تقویت سیستم ایمنی و مهار رشد باکتری‌ها       |
| <i>Nannochloropsis</i> | <i>Vibrio</i> , <i>Aeromonas</i>           | انگل‌های خارجی مانند <i>Ichthyophthirius</i> | اثر ضدباکتریال و ضدانگلی از طریق ترکیبات خاص |
| <i>Dunaliella</i>      | <i>Vibrio</i> , <i>Pseudomonas</i>         | انگل‌های داخلی و خارجی                       | تقویت ایمنی و اثر ضدالتهابی                  |

### کاربرد ریز جلبک‌ها به عنوان واکسن خوراکی در آبرزی پروری

واکنش‌های ایمنی در برابر بیماری‌ها می‌توانند به وسیله واکسن‌های خوراکی تحریک شوند. این نوع واکسن‌ها مزایای زیادی دارند که شامل سهولت در مصرف، کاهش هزینه‌های تولید و حمل‌ونقل، و عدم نیاز به تجهیزات پیچیده برای تزریق هستند. برای تولید واکسن‌های خوراکی، آنتی‌ژن‌های مورد نظر باید به طور مؤثر در دستگاه گوارش جذب شوند و سپس پاسخ ایمنی مطلوب را تحریک کنند. ریزجلبک‌ها با توجه به قابلیت‌های غنی شده خود، می‌توانند به عنوان حامل‌های آنتی‌ژن عمل کرده و به این هدف کمک کنند (Patai *et al.*, 2018). سلول‌های جلبکی کارخانه‌های تولیدی سبز هستند که به عنوان بیوراکتور برای تولید واکسن و سایر محصولات استفاده می‌شوند. این سلول‌های فتوتروف با قابلیت انجام فتوسنتز (استفاده مستقیم از نور خورشید و تثبیت CO<sub>2</sub>) هزینه تولید کمتری داشته و به راحتی تکثیر می‌شوند. نکته قابل توجه این میکروارگانیسم‌ها در این است که با دستکاری ژنتیکی آنها می‌توان ترکیبات با ارزشی مانند پروتئین‌های دارویی، آنزیم‌ها و مکمل‌های غذایی خاص را نیز تولید و به عنوان واکسن‌های خوراکی نو ترکیب استفاده کرد (Ma *et al.*, 2020). علاوه بر این در کشت‌های آبی، ریز جلبک‌ها می‌توانند به عنوان حاملین آنتی‌ژن‌های مختلف عمل کنند که در این صورت علاوه بر نقش تغذیه‌ای و مکمل غذایی، نقش مهم‌تری به عنوان واکسن را نیز در این سیستم‌ها انجام می‌دهند. ریزجلبک‌ها می‌توانند به دو روش مختلف به عنوان واکسن‌های خوراکی در آبرزی پروری استفاده شوند:

### تولید آنتی‌ژن‌های خاص

برخی از ریزجلبک‌ها قادر به تولید آنتی‌ژن‌های ویژه‌ای هستند که می‌توانند به سیستم ایمنی آبزیان کمک کنند تا در برابر بیماری‌های خاص مقاوم شوند. این آنتی‌ژن‌ها می‌توانند به صورت مستقیم در ریزجلبک‌ها تولید و از طریق خوراک به آبزیان داده شوند.

### استفاده از ریز جلبک‌ها به عنوان حامل آنتی‌ژن‌ها

در این روش، ریزجلبک‌ها می‌توانند حامل آنتی‌ژن‌های تولید شده توسط ارگانیسم‌های دیگر (مانند ویروس‌ها یا باکتری‌ها) باشند و این آنتی‌ژن‌ها از طریق خوراک به بدن آبزیان منتقل می‌شوند.

### مزایای مصرف ریز جلبک‌ها به عنوان واکسن خوراکی

از مزایای استفاده از ریزجلبک‌ها به عنوان واکسن خوراکی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



1. **ایمنی بالا:** ریز جلبک‌ها حاوی ترکیباتی هستند که می‌توانند ایمنی طبیعی را تقویت کرده و از ایجاد عوارض جانبی جلوگیری کنند.
2. **کاهش هزینه‌ها:** واکسن‌های خوراکی به راحتی در سیستم غذایی آبزیان گنجانده می‌شوند و نیاز به تجهیزات پیچیده برای تزریق ندارند.
3. **پایداری:** ریز جلبک‌ها در محیط‌های مختلف به‌ویژه در شرایط متغیر محیطی پایداری بالایی دارند.
4. **تولید آسان:** ریز جلبک‌ها می‌توانند به‌صورت ارزان و در مقیاس‌های بزرگ تولید شوند.

### نتیجه‌گیری

ریز جلبک‌ها به‌عنوان یک افزودنی غذایی در آبرزی پروری نه تنها می‌توانند سیستم ایمنی و رشد آبزیان را تقویت کنند، بلکه در بهبود تحمل شرایط محیطی و استرس‌ها نیز مؤثر هستند. با این حال، برای استفاده بهینه از ریز جلبک‌ها، نیاز به دقت در انتخاب گونه‌های مناسب و کنترل میزان مصرف آن‌ها وجود دارد تا از اثرات منفی احتمالی جلوگیری شود. تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند به بهبود روش‌های استفاده از ریز جلبک‌ها در صنعت آبرزی پروری کمک کند و راه‌حل‌های نوآورانه‌تری برای بهبود سلامت و بهره‌وری آبزیان ارائه دهد. استفاده از ریز جلبک‌ها به‌عنوان واکسن‌های خوراکی در آبرزی پروری می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از داروهای شیمیایی باشد. این ریز جلبک‌ها علاوه بر تقویت سیستم ایمنی و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های باکتریایی، ویروسی و انگلی می‌توانند به‌طور طبیعی و کم‌هزینه، به بهبود سلامت آبزیان کمک کنند. استفاده از ریز جلبک‌ها در جیره غذایی، به‌ویژه در مزرعه‌های پرورشی با تراکم بالا و شرایط محیطی تحت استرس، نقش بسیار مهمی در کاهش بیماری‌ها و بهبود بهره‌وری تولید خواهد داشت.

### منابع

- Barber, I. and Hoare, R., 2005.** Parasites and disease in aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 132(1):1-3.
- Borowitzka, M.A., 1995.** Microalgae as source of pharmaceuticals and other biologically active compounds. *Journal of applied phycology*, 7: 3-15.
- Charlotte, F., Cyrille, F., Marie-Agnes, T., Benjamin, M. and Joel, H., 2016.** Antimicrobial compounds from eukaryotic microalgae against human pathogen and diseases in aquaculture (review). *Marine drugs*, 14, 159. doi: 10.3390/md14090159.
- Dyshlovoy, S.A. and Honecker, F., 2015.** Marine compounds and cancer: where do we stand? *Marine drugs*, 13:5657-5665.
- De Jesus Raposo, M.F., de Moraes, A.M.M.B. and de Moraes, R.M.S.C., 2016.** Emergent source of probiotics: seaweed and microalgae. *Marine drugs*, 14:27.
- Deschenes, J.S., Boudreau, A. and Tremblay, R., 2015.** Mixotrophic production of microalgae in pilot-scale photobioreactors: practically and process consideration. *Algal Research*, 10:80-86.
- Encarnacao, T., Pais, A.A., Campos, M.G. and Burrows, H.D., 2015.** Cyanobacteria and microalgae: Renewable source of bioactive compounds and other chemicals. *Science progress*, 98:145-168.
- Gastineau, R., Turcotte, F., Pouvreau, J.B., Morancas, M., Fleurence, J., Windarto, E., Prasetya, F.S., Arsad, S., Jaouen, P. and Babin, M., 2014.** Marennine, promising blue pigments from a wide-spread *Haslea* diatom species complex. *Marine drugs*, 12: 3161-3189.
- Gupta, V., Ratha, S.K., Sood, A., Chaudhary, V. and Prasanna, R., 2013.** New insight into the biodiversity and application of cyanobacteria (blue-green algae)-prospects and challenges. *Algal Research*, 2:79-97.
- Kang, H.K., Seo, CH. and Park, Y., 2015.** Marine peptides and their anti-infective activities. *Marine drugs*, 13:618-654.



# همایش ملی فناوری و نوآوری در آبزی پروری

## امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

- Ma, K.E., Qiuwen, B., Yue, W., Siwei, Ch., Shuxin, Z., Haizhen, W. and Jianhua, F., 2020.** Evaluation of microalgae as immunostimulants and recombinant vaccines for diseases prevention and control in aquaculture. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 8: 590431.
- Mohan, K., Ravichandran, S., Muralisamkar, T., Uthaykumar, V., Chandirasekar, R. and Seedeve, P., 2019.** Application of marine-derived polysaccharides as immunostimulants in aquaculture: a review of current knowledge and future perspectives. *Fish, Shelfish immunology*, 86: 1177-1193, doi: 10.1016/j.fsi.2018.12.072.
- Patai, Ch., Saul, P. and Vanvimon, S., 2018.** Application of microalgae biotechnology for disease control in aquaculture (review). *Biology*, 7: 24. doi: 10.3390/biology/7020024.
- Pei, H., Qian, L., Liangliang, F. and Wenguang, Zh., 2019.** A review on the use of microalgae for sustainable aquaculture. *Applied science*, 9: 2377, doi: 10.3390/app9112377.
- Smith, V.J., Desbois, A.P. and Dyrinda, E.A., 2010.** Conventional and unconventional antimicrobials from fish, marine invertebrates and microalgae. *Marine drugs*, 8: 1213-1262.
- Suleria, H.A.R., Osborne, S., Masci, P. and Gobe, G., 2015.** Marine based nutraceuticals: An innovativetrend in the food and supplement industries. *Marine drugs*, 13:6336-6351.
- Talero, E., Garcia-Maurino, S., Avila-Roman, J., Rodriguez-Luna, A., Alcaide, A. and Mutilva, V., 2015.** Bioactive compounds isolated from microalgae in chronic inflammation and cancer. *Marine drugs*, 13: 6152-6209.
- Vijayakumar, S. and Menakha, M., 2015.** Pharmaceutical application of cyanobacteria- A review. *Journal of Acute Medicine*, 5: 15-23.
- Yamagishi, T. and Ichinohe, T., 2019.** The prevalence of parasites in cultured fish in Japan. *Aquaculture Science*, 67(1): 51-61.

## Application of microalgal biotechnology in aquaculture and control parasitic and bacterial diseases of aquatics

Ladan Baftehchi<sup>1\*</sup>, Mohammad Hosein Feiz Haddad<sup>2</sup>

1. Department of Petroleum Microbiology, Research Institute of Applied Science of ACECR, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
  2. Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Jundi Shapoor university, Ahvaz, Iran
- \*Corresponding author: ladanbaftechi@yahoo.com

### Abstract

Microalgae are ancient and most adaptable microorganisms that by performing photosynthesis have a great role in producing oxygen and making life in the earth. These microorganisms have simple nutritional needs and could be cultured easily. Their biomass have various applications in different industries. They also have great potential to produce bioactive compounds such as polysaccharides, polyunsaturated fatty acids (PUFAs), antioxidants, and antimicrobial peptides, and play a significant role in enhancing aquatic animal health and promoting sustainable aquaculture. The use of microalgae species like Chlorella, Spirulina, and Nannochloropsis in the diet of fish and shrimp has been shown to boost immune responses, increase resistance to bacterial pathogens such as *Vibrio* spp., and reduce parasitic loads including *Ichthyophthirius multifiliis*. In addition to their nutritional and environmental benefits, recent studies highlight the potential of microalgae as oral vaccine carriers in aquaculture. By expressing specific antigens within algal cells and administering them via feed, microalgae-based vaccines can stimulate protective immune responses in aquatic species without the need for injection. Furthermore, the inclusion of microalgae in aquaculture systems improves water quality and helps suppress the proliferation of pathogenic microbes. Overall, microalgae offer a promising, eco-friendly alternative to antibiotics by enhancing disease resistance and supporting sustainable production in modern aquaculture practices.

**Keywords:** aquatic, disease control, microalgae, nutrition, oral vaccine.