

**وزارت جهاد کشاورزی**

**سازمان شیلات ایران**

**معاونت توسعه آبزی پروری**

استفاده از جلبک‌ ها در صنعت آبزی‌ پروری



**دفتر توسعه آبزیان آب شیرین**

**خرداد 1400**

مقدمه :

**آبزی‌پروری در قرن بیست و یکم نقش مهمی در تأمین غذای جهانی دارد. در سال‌های اخیر، کاهش منابع شیلاتی در دریا باعث پیشرفت سریع آبزی‌پروری در سراسر جهان شده است. پیش‌بینی می‌شود که در آینده آبزی‌پروری به اصلی‌ترین صنعت ارائه کننده آبزیان تبدیل شود . با در نظر گرفتن رشد روزافزون جمعیت و افزایش تقاضای مواد غذایی، به ویژه منابع غذایی دارای پروتئین بالا، جهان با افزایش 110 درصدی تقاضای پروتئین با کیفیت بالا مواجه خواهد شد و پیش‌بینی می‌شود تا سال 2030  تقاضا برای ماهی‌های پرورشی تا 37 درصد افزایش یابد.در حال حاضر، 57 درصد از پروتئین جهانی از منابع گیاهی و 43 درصد باقی‌مانده از منابع حیوانی (گوشت قرمز، مرغ، غذاهای دریایی، تخم‌مرغ و سایر محصولات) تأمین می‌شود.**

جلبک چیست؟

**جلبک‌ها ساده‌ترین موجودات واجد کلروفیل هستند** ، **جلبک‌ها گیاه نیستند بلکه از سلسله آغازیان می‌باشند. آنها نزدیک یا داخل آب زندگی می‌کنند و ریشه حقیقی ندارند. علم جلبک‌شناسی را فیکولوژی می‌نامند که از واژه یونانی فیکوز به معنی علف هرز دریایی آمده است. شناسایی جلبک‌ها به‌صورت علمی ظاهراً از اواسط قرن هجدهم شروع شده است.جلبک‌ها همانند گیاهان از نور خورشید، آب و دی‌ اکسید کربن، مواد مختلفی را می‌سازند و در اصطلاح علمی به آن‌ها فتوتروف می‌گویند. این موجودات برخلاف گیاهان ساختارهای بافتی و تمایز یافته پیشرفته نداشته و از انواع تک سلولی با اندازه چند میکرومتر تا انواع پرسلولی تا اندازه بیش از 50 متر متغیرند. جلبک‌ها فاقد بافت‌های حقیقی همچون ریشه، برگ و ساقه هستند و آنچه در علف‌های دریایی دیده می‌شود در حقیقت شبه برگ، شبه ریشه و شبه ساقه است که ازنظر ساختار بافتی اندام‌های حقیقی به‌حساب نمی‌آیند.سه تفاوت عمده بین جلبک‌ها و گیاهان عالی وجود دارد: اولاً جلبک‌ها فاقد ریشه، ساقه و برگ‌ هستند، ثانیاً در اطراف اندام‌ها یا ساختارهای زایشی جلبک‌ها یاخته‌های محافظ وجود ندارد، ثالثاً جنین در جلبک‌ها دیده نمی‌شود. جلبک‌ها در طبیعت در محیط‌های گوناگون یافت می‌شوند اما 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](https://zist-fan.ir/%D8%A7%D9%86%D8%AA%D8%B4%D8%A7%D8%B1-%DA%A9%D8%B1%D8%A8%D9%86-%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA%E2%80%8C%D9%81%D8%B9%D8%A7%D9%84/) و حتی در درون بدن و بافت‌های موجودات زنده زیست کنند. تخمین زده می‌شود که بیش از 300 هزار سویه جلبک در جهان وجود دارد اما از این تعداد سویه‌های کمی جداسازی و شناسایی شده است و میزان سویه‌های شناسایی شده به بیش از 10 هزار سویه نمی‌رسد. جلبک‌ها به دلیل ساختاری ساده و قابلیت استفاده از منابع مختلف جهت رشد و تکثیر اهمیت به‌سزایی یافته‌اند. این موجودات می‌توانند مواد مختلف شامل متابولیت‌های اولیه و متابولیت‌های ثانویه را به میزان زیاد تولید و در خود ذخیره نمایند. میزان ذخایر این مواد در جلبک‌ها به‌طور شگفت انگیزی زیاد است. برای مثال یک جلبک می‌تواند گاهی تا بیش از 90 درصد حجم سلولی خود را از روغن و چربی پر نماید این در حالی است که میزان روغن در دانه‌های روغنی بسیار کمتر از این مقدار است.**

سایر مزیت‌های دیگرجلبک :

1. نیاز به منابع آب شیرین ندارند.
2. نیاز به خاک حاصل خیر برای کشت ندارند.
3. می‌توان به‌صورت افقی آن‌ها را کشت کرد و نیاز به زمین‌های مسطح وسیع ندارند.
4. دوره کشت آن‌ها نهایتاً 14 روز است و نیاز به انتظار طولانی ندارند.
5. برای محصول نیاز به میوه دهی نداشته و سریع محصول مورد نظر را عرضه می‌نمایند.

انواع جلبک:

**جاندارانی که تحت نام کلی جلبک طبقه‌بندی می‌شوند در حقیقت گروه وسیع و متنوعی از موجودات زنده عموماً فتوسنتز کننده را تشکیل و ازنظر شکل، فیزیولوژی و زیستگاه طبیعی تفاوت‌های چشمگیری با یکدیگر دارند.**

1-ریزجلبک‌ها:

**ریزجلبک‌ها موجودات تک سلولی میکروسکوپی هستند که می‌توانند از طریق [فتوسنتز](https://zist-fan.ir/new-type-of-photosynthesis/)، انرژی خورشیدی را به انرژی شیمیایی تبدیل کنند. آن‌ها حاوی ترکیبات زیستی متعددی هستند که برای استفاده تجاری مورد توجه قرار گرفته اند. اندازه ریز جلبک‌ها از حد چند میکرون فراتر نمی‌رود، (در حالی که طول برخی از جلبک‌های ماکروسکوپی به بیش از 66 متر می‌رسد) و از سوی دیگر، به دلیل تنوع تکاملی که طی میلیون‌ها سال حاصل شده است جلبک‌ها قادرند در زیستگاه‌های بسیار متنوع ازلحاظ دما و شدت نور تابشی رشد کنند.ریزجلبک‌ها، نخستین گیاهان عالی تولید کننده اکسیژن فرآیندی که منجر به پیدایش اتمسفر می‌شود هستند. علاوه بر این جلبک‌ها مهم‌ترین مصرف‌کنندگان دی‌اکسید کربن و نیز نخستین سطح از زنجیره غذایی [اکوسیستم‌های آبی](https://zist-fan.ir/use-of-microalgae-in-the-aquaculture-industry/) را تشکیل می‌دهند. از ریزجلبک‌ها می‌توان برای تولید گسترده‌ای از متابولیت‌ها مانند پروتئین، چربی، کربوهیدرات، کارتنوئیدها و یا ویتامین‌ها برای سلامت، تغذیه و مواد افزودنی، مواد آرایشی و برای تولید انرژی استفاده کرد. از این نوع از جلبک‌ها همچنین به‌منظور افزایش ارزش غذایی ، مواد غذایی و خوراک دام با توجه به ترکیب شیمیایی آن‌ها استفاده می‌کنند. همچنین آن‌ها نقش بسیار مهمی در پرورش آبزیان دارند .**

2-ماکرو جلبک‌ها:

**جلبک‌های دریایی درشت مولکول ازجمله منابع زنده و تجدید پذیر دریاها و اقیانوس‌ها هستند. جلبک‌های دریایی برای انسان‌ها و حیوانات به‌عنوان غذا و منابع ارزشمندی از مواد طبیعی هستند. جلبک‌ها از دیرباز در کشورهای باستانی حواشی اقیانوس‌ها مانند ژاپن، چین، کره و دیگر کشورها به‌عنوان غذای اصلی موجود در رژیم غذایی استفاده شده است و امروزه انسان‌ها از محصولات حاصل از ماکروجلبک‌ها در زندگی روزمره خود به طرق مختلف استفاده می‌کنند. مثلاً انواع پلی ساکاریدهای استخراجی از جلبک‌ها در خمیر دندان، صابون، شامپو، مواد آرایشی، مواد غذایی و دارویی استفاده می‌شود**

اهمیت اقتصادی و کاربرد جلبک‌ها در زندگی بشر:

**شناسایی دریاها موجب شده است که فرآورده‌های بسیاری برای انسان حاصل شود، یکی از این فرآورده‌ها جلبک‌ها هستند که به زندگی روزانه بشر فواید بسیاری می‌رسانند. بررسی تکنولوژی و جنبه‌های اقتصادی تولید جلبک‌ها نشان می‌دهد که از آن‌ها در جنبه‌های مختلف تولید مواد می‌توان استفاده کرد.**

1-اهمیت جلبک‌ها به‌عنوان غذای انسان

**جلبک‌ها به علت سرشار بودن از مواد معدنی،‌ ویتامین‌ها،‌ هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها که در درون سلول‌ها و یا در دیواره سلول‌ها وجود دارند،‌ مورد استفاده غذایی انسان‌ها قرار می‌گیرند. استفاده از جلبک‌ها برای تغذیه انسان سابقه‌ی طولانی دارد و به سال‌های قبل از میلاد می‌رسد. طی قحطی بزرگی که در اواسط قرن نوزدهم در انگلستان بر اثر آلودگی قارچی سیب‌زمینی رخ داد، یک نوع جلبک قرمز دریایی جایگزین مهمی برای محصولات سیب‌زمینی شد. امروزه نیز در بسیاری از کشورهای آسیایی و اروپایی، به‌ویژه در کشورهایی که دارای سواحل طولانی با دریاهای آزاد هستند، به شکل‌های مختلفی از جلبک‌ها به‌منظور تغذیه استفاده می‌شود.**

2-کاربرد جلبک‌ها در تهیه داروها

**جلبک‌ها به دلیل دارا بودن ترکیبات ویژه پلی ساکاریدی و نیز ترکیبات دارویی خاص، دارای کاربردهای وسیعی هستند. خواص دارویی که برای جلبک‌ها عنوان کرده‌اند بسیار است ازجمله به‌عنوان مسهل در یبوست‌های دستگاه گوارش، به‌عنوان التیام دهنده زخم‌های دستگاه گوارش و به‌عنوان داروهای ضد انگلی دستگاه گوارش و هم‌چنین در کاهش فشارخون، کاهش چربی خون، کاهش وزن زیاد و نیز جلوگیری از بیماری‌های تصلب شرایین از جلبک‌ها استفاده می‌شود. حتی در برخی از منابع به قدرت مقابله این گیاهان در مقابل ویروس HIV نیز اشاره شده است. هم‌چنین مقابله با ویروس تب‌خال نیز با کاربرد جلبک‌ها امکان‌پذیر است.به‌عنوان مثال جلبک سبز [اسپیرولینا](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D8%B9%D8%B5%D8%A7%D8%B1%D9%87-%D8%A7%D8%B3%D9%BE%DB%8C%D8%B1%D9%88%D9%84%DB%8C%D9%86%D8%A7/) می‌تواند برای عفونت‌های قارچی پوستی مفید باشد. بر همین اساس پژوهش‌های متعددی بر روی خواص ضد میکروبی جلبک‌ها انجام گرفته است. یکی از مواردی که امروزه توجهات را به خود جلب کرده و اهمیت بسیار زیادی دارد، مبارزه با [سرطان](https://zist-fan.ir/cdk-phosphorylation-of-trf2-controls-t-loop-dynamics-during-the-cell-cycle/) است. از کاربردهای جدید و مدرن این گیاهان در بیماری توموری است که ترکیبات ضد سرطانی از این گیاهان استخراج شده و برای مقابله با بیماری‌های توموری از آن‌ها استفاده می‌شود.برای مثال سرطان پستان یکی از شایع‌ترین سرطان‌های بدخیم زنان در کل دنیا بوده و شیوع ابتلا به آن در اکثر کشورهای جهان ازجمله ایران رو به افزایش است. ازاین‌رو پژوهش‌های بسیاری بر اثرات ضد سرطانی ارگانیسم‌های دریایی به‌خصوص جلبک‌ها انجام گرفته و نتایجی حاصل شده است. در پژوهشی مشاهده شد که ترکیبات موجود در عصاره هیدروالکلی جلبک قرمز Laurencia pacifica قادر به مهار تکثیر سلول‌های سرطانی [معده](https://zist-fan.ir/%D8%B3%D9%84%D9%88%D9%84%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A8%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%AF%DB%8C-%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%87-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86-%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%87/)،** [**پستان**](https://zist-fan.ir/developing-a-new-ai-breast-cancer-diagnostic-tool/)**،** [**کولون**](https://zist-fan.ir/%D9%85%DB%8C%DA%A9%D8%B1%D9%88%D8%A8%DB%8C%D9%88%D9%85-%D8%B1%D9%88%D8%AF%D9%87-%D9%88-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86-%DA%A9%D9%88%D9%84%D9%88%D9%86/)**،** [**تخمدان**](https://zist-fan.ir/biomarker-test-improves-diagnosis-of-ovarian-cancer/)**،** [**ریه**](https://zist-fan.ir/artificial-intelligence-can-determine-lung-cancer-type/)**،** [**پانکراس**](https://zist-fan.ir/%D8%A7%D8%B2-%D8%A8%DB%8C%D9%86-%D8%A8%D8%B1%D8%AF%D9%86-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86-%D9%BE%D8%A7%D9%86%DA%A9%D8%B1%D8%A7%D8%B3/)**،** [**پروستات**](https://zist-fan.ir/%D8%A7%D8%B1%D8%AA%D8%A8%D8%A7%D8%B7-%D9%85%DB%8C%D8%A7%D9%86-%DA%98%D9%86%D8%AA%DB%8C%DA%A9-%D9%88-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86-%D9%BE%D8%B1%D9%88%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D8%AA/) **و** [**پوست**](https://zist-fan.ir/%D9%BE%D9%86%D8%AC-%D8%B1%D8%A7%D9%87%DA%A9%D8%A7%D8%B1-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%DA%A9%D8%A7%D9%87%D8%B4-%D8%AE%D8%B7%D8%B1-%D8%A7%D8%A8%D8%AA%D9%84%D8%A7-%D8%A8%D9%87-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86/) **است؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبات متنوعی در این جلبک وجود دارد که سبب مهار طیف وسیعی از سرطان‌ها می‌شوندمطالعاتی به‌منظور بررسی اثر ضد توموری عصاره جلبک قهوه‌ای Sargassum glaucescens بر رشد و تکثیر برخی رده‌های سلولی سرطانی انجام شد که نشان داد عصاره این جلبک دارای اثرات ضد سرطانی قابل‌توجهی بود. همچنین در مطالعه اثر ضد سرطانی عصاره اتانولی جلبک سبز Dunaliella salina بر روی میزان مرگ‌ و میر رده سلولی سرطان پوست مشخص شد که عصاره اتانولی این جلبک بر روی یک رده سلولی اثر کشندگی داشته و این اثر با افزایش غلظت عصاره افزایش می‌یابد.**

 3-کاربرد جلبک‌ها در مکمل‌های غذایی

**جلبک‌ها دارای پروتئین‌های کاملی با زنجیره آمینواسیدی هستند (برخلاف گیاهان) که در پردازش‌های متابولیکی جلبک‌ها مانند تولید انرژی و آنزیم به وجود می‌آید. جلبک‌ها دارای مقادیر قابل ‌توجه‌ای از کربوهیدرات‌های ساده و پیچیده هستند که برای بدن انسان به‌عنوان منبعی غنی کاربرد دارند. به‌طور مشخص کمپلکس‌های کربوهیدرات‌های سولفاته باعث تقویت** [**سیستم ایمنی**](https://zist-fan.ir/%D8%B3%DB%8C%D8%B3%D8%AA%D9%85-%D8%A7%DB%8C%D9%85%D9%86%DB%8C-%D9%88-%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86/) **بدن می‌شوند. وجود اسیدهای چربی همچون** [**امگا 3**](https://zist-fan.ir/%D8%AF%D8%B1%D9%85%D8%A7%D9%86-%D8%A2%D9%84%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D9%85%D8%B1-%D8%A8%D8%A7-%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D8%AF%D9%87%D8%A7%DB%8C-%DA%86%D8%B1%D8%A8-%D8%A7%D9%85%DA%AF%D8%A7-3/) **و** [**امگا 6**](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D8%A3%D8%AB%DB%8C%D8%B1-%D9%85%D8%B5%D8%B1%D9%81-%D8%A7%D8%B3%DB%8C%D8%AF-%DA%86%D8%B1%D8%A8-%D8%A7%D9%85%DA%AF%D8%A7-3-%D9%88-%D8%A7%D9%85%DA%AF%D8%A7-6/) **در جلبک‌ها، آن‌ها را به منابع ارزشمند غذایی تبدیل کرده است که میزان تولید انرژی در مصرف‌کننده را بالا می‌برد، همچنین جلبک‌ها دارای مقادیر زیادی از انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی، کارتنوئیدها و عناصر کمیاب هستند.بعنوان نمونه جلبک قهوه‌ای یک نوع گیاه دریایی است که می‌توان آن را به‌صورت خام مصرف کرد، اما این گیاه اغلب به‌صورت خشک، دانه‌های ریز، یا پودر شده وجود دارد. این گیاه به شکل مایع نیز موجود است که می‌توان آن را به آب آشامیدنی اضافه کرد. می‌توان از جلبک قهوه‌ای دانه‌ای یا پودر شده به‌عنوان چاشنی و طعم‌دهنده و نیز به‌جای نمک استفاده کرد و منبعی سرشار از ویتامین‌ها، به‌خصوص ویتامین‌های B و نیز بسیاری از مواد معدنی مفید است. محققان اظهار کرده‌اند که این گیاه برای بافت مغزی، غشاهایی که مغز را احاطه کرده‌اند، پرده‌های مننژ، اعصاب حسی و نخاع و همچنین ناخن‌ها و رگ‌ها بسیار سودمند است. به دلیل وجود ید در جلبک قهوه‌ای، از آن برای درمان اختلال‌های غده تیروئید استفاده می‌کنند. این گیاه برای درمان بیماری‌های دیگری نظیر ریزش مو، چاقی و انواع زخم‌ها مفید است. جلبک قهوه‌ای در مقابل اثرات ناشی از اشعه، از بدن محافظت می‌نماید.**

**همچنین جلبک اسپیرولینا که در سراسر دنیا به‌عنوان بهترین جلبک خوراکی شناخته‌شده است، یک منبع غذایی فوری است و در آب و هوای گرم و آفتابی و در آب‌های قلیایی سراسر دنیا رشد می‌کند. این نوع از جلبک با پروتئینی به میزان ۲۰ برابر پروتئین سویا در زمینی با وسعت یکسان به عمل می‌آید، این مسئله حاکی از پیشرفت در تولید مواد غذایی است. اسپیرولینا به تنهایی بیش از هر یک از غلات، گیاهان دارویی و سایر نباتات، حاوی مواد مغذی است و حاوی اسید گاما- لینولنیک (GLA)، اسید لینولئیک و آراشیدونیک، ویتامین B12 است که به‌خصوص گیاه‌خواران برای سلامتی گلبول‌های قرمز خود به آن نیازمندند. آهن، مقدار زیادی پروتئین (۶۰ تا ۷۰٪)، اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای نوکلئیک RNA و DNA، کلروفیل و فیکوسیانین– رنگ‌دانه آبی که فقط در جلبک‌های سبز- آبی یافت می‌شود، در تحقیقات آزمایشگاهی طول عمر موش‌های مبتلا به سرطان را افزایش داده است. اسپیرولینا ماده غذایی قابل هضم و طبیعی است که از دستگاه دفاعی بدن محافظت می‌نماید، میزان کلسترول را پایین می‌آورد و به جذب عناصر معدنی کمک می‌کند.**

|  |
| --- |
| **جدول مقادیر ویتامین جلبک اسپیرولینا** |
| **ویتامین** | **میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک** |
| بتاکاروتن (پروویتامینA) |  |
| سیانوکوبالامین (B12) |  |
| د \_ کلسیم پانتوتنات  |  |
| اسید فولیک |  |
| اینوزیتول |  |
| نیاسین (B3) |  |
| پریدوکسین (B6) |  |
| تیامین (B1) |  |
| توکوفرول (E) |  |
| بیوتین (B2) | – |
| پانتوتنات | – |
| ویتامین C | به مقدار بسیار کم |

4-کاربرد جلبک‌ها به‌عنوان سوخت‌های زیستی

**امروزه یافتن منابع انرژی تجدید پذیر برای جایگزینی با سوخت‌های فسیلی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. آلودگی محیط زیست، انتشار [گازهای گلخانه‌ای](https://zist-fan.ir/greenhouse-gas-as-a-raw-material-for-an-important-feed-additive/)، تغییرات آب و هوا و نوسانات قیمت نفت خام ازجمله معایب سوخت‌های فسیلی است. در این وضعیت بیشتر توجهات به سمت منابع انرژی تجدید پذیر می‌رود، چرا که برای حفظ و پایداری محیط زیست استفاده از سوخت‌های تجدید پذیر و زیست محیطی لازم است.امروزه جلبک‌ها در حال تبدیل به منابع اصلی تولید سوخت‌های زیستی در جهان هستند. ماکروجلبک‌ها، گیاهان دریایی که به‌سرعت در حال رشد هستند و نیازی به زمین‌های قابل کشت، کود و آب شیرین ندارند. همچنین انواع مختلف اکوسیستم، مانند صخره‌های مرجانی، جنگل‌ها و سواحل صخره‌ای به‌طور مؤثر میزبان جلبک‌های دریایی هستند. این خصوصیات و ویژگی‌ها باعث شده است که آن‌ها منبع تغذیه‌ای بسیار مناسبی برای تولید** [**بیواتانول**](https://zist-fan.ir/%D9%85%DA%A9%D8%A7%D9%86-%DB%8C%D8%A7%D8%A8%DB%8C-%D8%AA%D8%A3%D8%B3%DB%8C%D8%B3%D8%A7%D8%AA-%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D8%A8%DB%8C%D9%88%D8%A7%D8%AA%D8%A7%D9%86%D9%88%D9%84/) **باشند.در این میان، سوخت‌های ریزجلبکی نیز دارای اهمیت هستند زیرا ریزجلبک‌ها دارای نرخ رشد بالا هستند، در زمین‌های غیر قابل کشت با میزان کم آب و در آب‌های شور کشت می‌شوند. همچنین در برابر گیاهان خشکی زی توانایی بالاتری در تثبیتت دی‌اکسید کربن دارند. شناخته ‌شده‌ترین سوخت‌های جلبکی بیواتانول و بیودیزل می‌باشند که می‌تواند جایگزین دیزل نفتی شود. ریزجلبک‌ها شامل همه تک سلولی‌ها و میکروارگانیسم‌های چند سلولی ساده دربردارنده ریزجلبک‌های پروکاریوت مانند سیانوباکتری‌ها است.به‌طورکلی در تولید سوخت‌های زیستی از ریزجلبک‌ها، دو راهبرد دنبال می‌شود: راهبرد اول، بیشینه کردن تولید لیپید به‌منظور تولید بیودیزل است. راهبرد دوم تولید بیشینه کربوهیدرات‌ها برای تولید بیواتانول. تولید لیپید توسط ریزجلبک‌ها با بهینه‌سازی شرایط رشد مانند کنترل سطح نیتروژن، شدت نور، دما، شوری، غلظت کربن دی‌اکسید و فرایند برداشت می‌تواند افزایش یابد. به‌طورکلی تجمع لیپید در ریزجلبک‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که مواد مغذی در محیط کشت کم باشد. تحت این شرایط تکثیر سلولی اتفاق نمی‌افتد اما کربن توسط سلول‌ها جذب می‌شود و به تری آسیل گلیسرول تبدیل می‌شود که در بین سلول‌ها ذخیره می‌شود و غلظت سلولی را افزایش می‌یابد.**

**استفاده از ماکروجلبک‌ها به‌منظور تولید انرژی نسبت به میکروجلبک‌ها دارای مزایایی مانند سادگی در برداشت و هزینه پایین سیستم جداسازی جلبک از محیط کشت آبی است. معمولاً در سیستم‌هایی که از میکروجلبک‌ها برای تولید انرژی استفاده می‌شود حدود 11 تا 81 درصد هزینه‌های عملیات در بخش برداشت میکروجلبک‌ها مصرف می‌شوند.ماکروجلبک‌ها به دلیل دارا بودن خواص بیوشیمیایی مطلوب گزینه مناسبی برای تولید انرژی تجدید پذیر محسوب می‌شوند. به‌منظور تولید انرژی از زیست توده به‌طور کلی دو نوع فرآیند وجود دارد:**

**دسته اول، فرآیندهای بیوشیمیایی است که شامل هضم بی‌هوازی و تخمیر است. برای مثال استفاده از جلبک برای تولید بیواتانول توسط تخمیر، به‌عنوان یک روش پایدار برای تولید سوخت زیستی مطرح است.**

**دسته دوم، فرآیندهای گرمایی-شیمیایی هستند که با بالا رفتن دما در انجام واکنش‌های شیمیایی ترکیبات سوختی تولید می‌شوند که این فرآیندها شامل: سوزاندن، پیرولیز و روش‌های هیدروترمال است. در بین فرایندهای گرمایی-شیمیایی فرآیند پیرولیز نسبت به دیگر روش‌ها دارای بازده ‌ای بیشتری برای تولید نفت زیستی است. اگرچه کیفیت سوخت در فرآیند هیدروترمال بالاتر است.** [**پیرولیز**](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D8%B3%D9%88%D8%AE%D8%AA-%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA%DB%8C-%D8%A7%D8%B2-%D8%B6%D8%A7%DB%8C%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%DA%86%D9%88%D8%A8%DB%8C/) **یک فرایند تخریب گرمایی ترکیبات آلی در غیاب اکسیژن است. به‌طورکلی در دمایی 700-350 درجه سانتی‌گراد در فشار اتمسفریک رخ می‌دهد.**

### 5-استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان کود

**استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان کود به قرن نوزده باز می‌گردد که برای اولین بار به‌وسیله ساحل‌نشینان مورد استفاده قرار گرفت. اهمیت جلبک‌های دریایی به علت دارا بودن عناصر مغذی از قبیل ازت، فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر مورد نیاز گیاهان و همچنین به دلیل وجود میزان بالای فیبر در آن است که در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک، از قبیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و بهبود ظرفیت نگهداری آب، تعدیل pH و غیره نقش مهمی دارد.جلبک‌ها به خاطر دارا بودن میزان بالای فیبر از یک‌ طرف نقش مهمی در نرم کردن بافت خاک و حفظ رطوبت دارند و از طرف دیگر به‌علت دارا بودن مواد معدنی و عناصر کمیاب توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. مطالعات مختلف علمی ثابت کرده است که کارایی این محصولات به‌طور گسترده‌ای در علوم و صنعت باغبانی مورد استقبال قرار گرفته است، به‌طوری‌که بعد از استفاده از این فرآورده‌ها، افزایش محصول، افزایش جذب مواد غذایی خاک، افزایش مقاومت به آفات خاص، افزایش جوانه‌زنی بذر و مقاومت در مقابل یخ‌زدگی را در پی داشته است.جلبک‌های دریایی به علت داشتن فسفر، پتاسیم و برخی از عناصر در بسیاری از مناطق ساحلی به‌عنوان** [**کود بیولوژیکی**](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%DA%A9%D9%88%D8%AF-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%D8%AA%D8%A7%D9%85%DB%8C%D9%86-%D9%86%DB%8C%D8%AA%D8%B1%D9%88%DA%98%D9%86/) **مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از این جلبک‌ها را با مواد آلی دیگر مخلوط می‌کنند و برای حاصل‌خیزی خاک به کار می‌برند و تعدادی دیگر را مستقیماً به زمین کشاورزی اضافه می‌نمایند و اجازه می‌دهند به‌مرور زمان پوسیده و مواد آن‌ها جذب خاک شود.**

### 6-برخی اثرات کاربرد عصاره جلبک دریایی در گیاهان

* **افزایش تحمل گیاهان به استرس**

**همانطوری که اشاره شد محصولاتی که از عصاره جلبک دریایی به دست می‌آیند باعث افزایش تحمل گیاهان به استرس و تنش‌های ناشی از عوامل محیطی (خشکی، شوری و افزایش دما) و فیزیولوژیکی می‌شوند. اثرات ضد استرسی مواد ارگانیک که از جلبک‌های دریایی مشتق می‌شوند به فعالیت سیتوکنین مربوط می‌باشند. سیتوکنین با تشکیل زانتین، آدنین و پورین، رادیکال‌های آزاد را که منجر به استرس می‌شوند، به طور مستقیم مهار می‌کند.یکی از واکنش‌های معمول در سلول‌های گیاهی که در نتیجه افزایش تجمع مولکول‌های آلی در سیتوپلاسم روی می‌دهد تنظیم فشار اسمزی است که به‌منظور موازنه تعدیل فشار اسمزی انجام می‌گیرد. گلایسین بتائین و مانیتول و برخی دیگر از قندها از موادی می‌باشند که باعث ایجاد تعادل اسمزی سلول‌های گیاهی می‌شوند. استفاده از عصاره جلبک دریایی به علت حضور گلایسین، بتائین در سلول باعث کاهش اثرات سوء تنش‌های محیطی می‌شود و همچنین باعث افزایش تحمل گیاهان نسبت به سرما می‌شود. به‌علاوه موجب بقای گیاهان در زمان یخ‌زدگی و رشد مجدد در تمام گیاهان می‌شود**

* **تقویت سیستم دفاعی گیاهی**

**پلی‌ساکاریدهای سولفاته و الیگوساکاریدهای با وزن مولکولی کم در جلبک‌های دریایی دارای انواع فعالیت‌های بیولوژیکی هستند. برخی از گزارشات در مورد افزایش خواص ضد قارچی و آنتی اکسیدانی با استفاده از جلبک دریایی را نشان می‌دهند که به دلیل حضور طیف گسترده‌ای ترکیبات فعال بیولوژیکی از قبیل استرول‌ها، فنول‌ها و اسیدهای چرب است. مطالعات در طول چند سال گذشته نشان می‌دهد که پلی ساکاریدهای سولفاته در جلبک های دریایی قابلیت آنتی اکسیدانی قابل ملاحظه دارند.**

* **تأثیر بر میزان رشد ریشه**

**کاهش رشد ریشه در اثر کاهش دما باعث کم شدن ظرفیت جذب آب و مواد معدنی توسط ریشه و به دنبال آن ظهور اثرات ثانویه ناشی از کمبود مواد غذایی و اختلال در رشد گیاه می‌شود. در دمای پایین، انتقال مواد داخل گیاه، شکل و مقدار انتقال مواد دچار تغییر می‌شود و درنتیجه رشد ریشه و درنهایت میزان رشد گیاه کاهش می‌یابد. همچنین سرما باعث کاهش سنتز آدنوزین تری فسفات و بسیاری از ترکیبات دیگر از قبیل هورمون‌ها، اسیدهای آمینه و برخی از ویتامین‌ها در ریشه شده و سرعت انتقال این مواد به ساقه را کاهش می‌دهد. بتائین، مانیتول و غیره از تنش دمایی جلوگیری می‌کنند و اختلال در رشد ریشه و کاهش رشد گیاه را کاهش می‌دهند.**

* **افزایش میزان فتوسنتز کلروفیل و سبزینگی گیاهان**

**فتوسنتز یکی از فرآیندهای حساس به دما است. نخستین مکان دریافت تنش سرما مرحله‌ فتوسیستم 2 است که باعث کاهش عملکرد فتوسیستم 2 و توقف فعالیت فتوسنتز بر اثر سرما می‌شود. تنش سرما همچنین سبب اختلال در تولید کلروفیل و بروز آسیب در واکنش‌های کلروپلاست‌ها می‌شود. با کاهش بیشتر دما، کل فرآیند کلروفیل‌سازی متوقف می‌شود و رنگ برگ‌ها به زردی می‌گراید که نشان‌دهنده‌ی کمبود کلروفیل است.مطالعات مختلف نشان داده که استفاده از عصاره جلبک دریایی به دست آمده A.nodosum در گیاهان تحت تیمار باعث افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود ، همچنین محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی موجب تحریک فتوسنتز شده و منجر به تولید بهتر قند و نشاسته‌ها می‌شود.**

### 7-استفاده از جلبک‌ها در تهیه آگار

**آگار عصاره خشک جلبک‌های قرمز از نوع GELIDIUM است که از نظر شیمیایی، استر سولفوریک گالاکتان است. این ماده به‌صورت پلی ساکاریدی ژله مانند است در تمام آزمایشگاه های میکروب به عنوان ماده زمینه به کار می رود. از دیگر استفاده های این ترکیب می توان به استفاده از آن در:**

* 1. ساخت پروتز دندان
	2. صنایع غذایی و شیرینی سازی
	3. چرم سازی و صنایع نساجی
	4. کاغذ سازی
	5. صنایع داروبی که از آگار به عنوان ملین و ترکیب ضد التهاب روده و روکش قرص استفاده می شود

### 8-استفاده از جلبک‌های دریایی در دامداری‌ها

**جلبک‌ها می‌توانند مکمل غذایی مفیدی برای دام، طیور و آبزیان به شمار روند. در آزمایش‌های به عمل آمده مشخص شده است که استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان علوفه برای دام باعث افزایش ۱۰ درصدی شیر دام شده است و حتی کره و چربی شیر را افزایش داده است بدون اینکه طعم و مزه شیر را تغییر داده باشد. در جلبک‌های دریایی ویتامین‌ها و مواد معدنی فراوانی یافت می‌شود، به همین خاطر استفاده از جلبک‌های دریایی در صنعت مرغ‌ داری، اثرات چشم‌گیری داشته است. در آزمایش‌های نشان داده شده است که مرغ‌هایی که با جلبک‌های دریایی تغذیه می‌شوند بیشتر تخم‌گذاری می‌کنند و تخم‌های حاصل شده، ید و کاروتن بیشتری را دارا هستند.**

**استفاده از آرد جلبک در غذای دام و آبزیان، اولین بار در سال ۱۹۶۰ در کشور نروژ بوده است که از جلبک‌های قهوه‌ای خشک و آسیاب شده تهیه شده بود. در برخی از کشورهای آسیایی مثل ژاپن، چین و برخی از کشورهای اروپایی مثل فرانسه، فنلاند، اسکاتلند و نیوزلند، از جلبک‌های دریایی به‌ویژه جلبک‌های قهوه‌ای برای خوراک حیوانات اهلی استفاده می‌کنند. در اسکاتلند، جلبک‌های قهوه‌ای سارگاسوم، فوکوس و لارمینا بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در فنلاند از لامیناریا و آلاریا استفاده می‌شود. از ماکروسیس تیس نیز برای تغذیه دام‌های اهلی استفاده می‌شود، زیرا سرشار از ویتامین A و E است.**

9-اهمیت جلبک‌ها در اکوسیستم آبی

**جلبک‌ها به‌عنوان یک منبع غذایی برای ماهیان، پستانداران و دیگر جانوران از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. وابستگی انسان به ماهی و سایر جانوران آبزی برای تکمیل خوراک خود واقعیتی است که بر کسی پوشیده نیست؛ بنابراین جلبک‌ها به‌طور غیر مستقیم ارزش بسیار ارزنده‌ای برای انسان‌ها دارند.از ریزجلبک‌هایی مانند کلرولا و تتراسلمیس، ایزوکرایسیس و پاولوا برای پروش آبزیان استفاده می‌شود. بسیاری از شرکت‌های آبزی پرور از کلرولا و اسپیرولینا استفاده می‌کنند. بعضی از ریزجلبک‌ها به‌عنوان منبعی از رنگ‌دانه‌های طبیعی برای [میگو](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D8%BA%DB%8C%DB%8C%D8%B1-%D8%B1%D9%88%D8%B4-%D9%BE%D8%B1%D9%88%D8%B1%D8%B4-%D9%85%DB%8C%DA%AF%D9%88/) و ماهی قزل آلا و ماهی‌های زینتی استفاده می‌شوند. از ریزجلبک‌ها به‌طور مستقیم و غیر مستقیم در محیط کشت لارو برای تغذیه لاروها نیز استفاده می‌شود.در عمل آبزی‌پروری، میکروجلبک‌ها منابع تغذیه مهمی برای ماهی‌ها یا میگو هستند. مزایای استفاده از میکروجلبک‌ها بیشتر از خوراک‌های معمول و متداول است که ازجمله این مزایا فراوانی مواد مغذی و حفظ کیفیت آب با استفاده از میکروجلبک‌ها است. میکروجلبک‌ها سرشار از پروتئین، لیپید و کربوهیدرات‌ها هستند که مواد مغذی اساسی برای آبزیان به شمار می‌آیند.به‌طورکلی اجزای موجود در میکروجلبک‌ها را برای استفاده در [آبزی‌پروری](https://zist-fan.ir/use-of-microalgae-for-sustainable-aquaculture/) به سه دسته طبقه‌بندی می‌کنند. دسته اول میکروجلبک‌های سرشار از پروتئین و کربوهیدرات هستند که به‌عنوان جایگزین برای خوراک‌های سنتی و کاهش هزینه آبزی‌پروری به کار می‌روند. دسته دوم آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میکروجلبک‌ها است که می‌توانند برای تقویت ایمنی آبزیان و غلبه بر مشکلات مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده شوند. دسته سوم وجود بعضی از مؤلفه‌ها و اجزاء در میکروجلبک‌ها است که در رشد ماهی‌ها نقش مهمی دارند. به‌عنوان ‌مثال آستاگزانتین که رنگ پوست و گوشت برخی از ماهی‌ها را تعیین می‌کند و رنگ‌دانه اساسی در صنعت تولید ماهی قزل‌آلا است**.

نقش میکروجلبک‌ها در آبزی‌پروری:

 **میکروجلبک‌ها می‌توانند به‌طور مؤثر مواد مغذی موجود در آب را جذب کنند و ثابت شده است که یک راهکار خوب برای تصفیه پساب‌ آبزیان هستند. عملکرد عالی میکروجلبک‌ها برای جذب مواد مغذی به‌طور گسترده‌ای در اصلاح پساب صنعت مواد غذایی، زباله‌های کشاورزی، فاضلاب‌های شهری و بسیاری از انواع دیگر فاضلاب مشاهده شده است. در سال‌های اخیر مطالعات بیشتر، نقش سودمند میکروجلبک‌ها در پساب‌های آبزی‌پروری را تأیید می‌کند. علاوه بر تصفیه پساب‌ها، میکروجلبک‌ها می‌توانند اجزای دیگری از جمله پروتئین‌، لیپید و رنگ‌دانه‌های طبیعی را نیز سنتز کنند. مطالعات نشان داد برای تولید اجزای با ارزش و همچنین به‌عنوان جایگزین بخشی از خوراک برای آبزی‌پروری و تقویت ایمنی آبزیان استفاده می‌شود.از مزایای دیگر میکروجلبک‌ها این است که ظرفیت بالایی برای تولید اکسیژن دارند و می‌توانند مانند یک پمپ زیستی برای هوادهی در آب عمل کنند، در نتیجه کیفیت آب در عمل آبزی‌پروری می‌تواند به‌درستی کنترل شود و از کاهش اکسیژن جلوگیری می‌کند. با توجه به مزایای فوق، استفاده از میکروجلبک‌ها برای اصلاح پساب آبزی‌پروری اخیراً مورد توجه قرار گرفته است و در سال‌های اخیر استفاده از میکروجلبک‌ها برای آبزی‌پروری پیشنهاد شده است و تلاش‌های زیادی برای ارتقاء و اجرای صنعتی آن انجام شده است.**

مزایای آبزی‌پروری به کمک میکروجلبک‌ها:

**مفهوم آبزی‌پروری به کمک میکروجلبک‌ها، تبدیل مواد آلی موجود در [پساب‌](https://zist-fan.ir/%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D9%81%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D8%A7%D8%B2-%D9%BE%D8%B3%D9%85%D8%A7%D9%86%D8%AF-%D8%AA%D9%86%D8%A8%D8%A7%DA%A9%D9%88-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%D8%AD%D8%B0%D9%81-%D8%B1%D9%86%DA%AF/)ها به [زیست‌توده‌](https://zist-fan.ir/%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D9%86%D8%A7%D9%86%D9%88-%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%AF-%DA%A9%D8%B1%D8%A8%D9%86%DB%8C-%D8%A7%D8%B2-%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA%E2%80%8C%D8%AA%D9%88%D8%AF%D9%87/)ها به‌وسیله رشد میکروجلبک‌ها و همچنین بهره‌برداری از این زیست‌توده‌ها برای جایگزینی بخشی از خوراک آبزی‌پروری و تقویت ایمنی آبزیان است. از مزایای دیگر استفاده از سیستم میکروجلبک این است که می‌تواند شبیه یک پمپ زیستی عمل کند و باعث تسریع در دفع دی‌اکسید کربن، تولید اکسیژن و ایجاد یک محیط مناسب برای آبزیان شود.**

****

مزایای استفاده ازمیکروجلبک‌ها برای پرورش ماهی :

1. تولید اکسیژن توسط میکروجلبک‌ها خطرات کاهش اکسیژن را کم می‌کند و باعث می‌شود که استفاده از دستگاه‌های هوادهی سنتی که انرژی زیادی را مصرف می‌کنند کمتر استفاده شود.
2. وجود میکروجلبک‌ها در مخزن پرورش ماهی ممکن است که رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب یا سمی را محدود کند و محیط مناسبی برای آبزیان ایجاد کند. درنتیجه میزان تعویض آب و هزینه‌های ناشی از آن نیز کاهش می‌یابد.
3. ازآنجا که ایمنی آبزیان با استفاده از میکروجلبک‌ها به‌عنوان تغذیه، افزایش می‌یابد درنتیجه می‌توان از مصرف بیش از حد آنتی‌بیوتیک‌ها یا داروها در آبزی‌پروری جلوگیری کرد.
4. پساب آبزی‌پروری می‌تواند توسط بیوتکنولوژی پیشرفته میکروجلبک‌ها با هزینه کم تصفیه شود.
5. همچنین با استفاده از زیست‌توده‌ها می‌توان بخشی از خوراک آبزی‌پروری را تأمین کرد و هزینه پرورش ماهی را نیز کاهش داد.

**توسعه خوراک‌ آبزیان مبنی بر میکروجلبک ها:**

**با توجه به گسترش سریع صنعت آبزی‌پروری، راه‌حل‌های پایدار برای توسعه خوراک آبزیان که باعث توسعه اقتصاد زیستی گردد ، ضروری است . میکروجلبک‌ها به‌دلیل دارا بودن اسید آمینه‌های ضروری، اسیدهای چرب امگا-3، رنگدانه‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها منبع مهمی برای تغذیه ماهی‌ها به شمار می‌آیند. تولید خوراک آبزیان از میکروجلبک‌ها پتانسیل جایگزینی کامل برای غذای ماهی‌ها را دارد اما در حال حاضر از نظر صنعتی یک منبع ناپایدار است . .تجزیه و تحلیل استفاده از میکروجلبک‌ها به‌عنوان خوراک سلولی کامل، خوراک فرموله شده، مکمل‌های رشد و سلامتی حیوانات و سیستم‌های درمانی آبزیان و همچنین خوراک‌های مبنی بر biofloc فرصت‌های قابل توجهی برای میکروجلبک‌ها به‌عنوان نقش اصلی در انقلاب آبزیان و کاهش اثرات محیطی آن از جمله نابودی زیستگاه، آلودگی آب، کاهش گونه‌های زیستی، اثرات زیست‌محیطی و شیوع بیماری‌ها ایجاد می‌کند. با این حال پیشرفت‌های اساسی برای ایجاد مجموعه‌های در حال گسترش میکروجلبک برای اهداف اصلاح نژاد، ترتیب توالی ژنوم‌ آن‌ها، شناسایی گونه‌ها و توسعه سیستم‌هایی برای تولید محصولات چند منظوره نیاز است.کاهش قابل توجه هزینه‌ها از طریق کشف یا مهندسی فناوری‌های کم‌هزینه و گونه‌های مغذی با قابلیت هضم زیاد و توسعه رویکردهای بیولوژیکی برای به حداکثر رساندن ارزش زیست‌توده میکروجلبک، امکان پذیرش بازار از خوراک‌های آبزیان مبتنی بر میکروجلبک را فراهم می‌کند**

# 1-خوراک سلولی

**میکروجلبک‌های کشت شده به‌عنوان محل تخم‌ریزی ماهی‌ها و منبع غذایی برای ماهی‌، صدف و میگو استفاده می‌شوند. آن‌ها همچنین به‌عنوان غذای زئوپلانکتون‌ها که خود منبع تغذیه سایر آبزیان هستند، استفاده می‌شوند. تقاضا برای جلبک زنده بیشتر توسط مزرعه‌های تولید محصول انجام می‌شود. با این حال، چنین سیستم‌های کوچک با بهره‌ کم منجر به هزینه‌های بالای عملیاتی می‌شوند. تخمین زده شده است که بسته به نوع جلبک‌ها و سیستم‌های کشت مورد استفاده، حدود 30 الی 50 درصد هزینه کل تولید ماهی صرف هزینه‌های کشت میکروجلبک شود. در نتیجه یک روند رو به رشد برای جایگزینی جلبک‌های زنده با محصولات از قبل تولید شده مانند جلبک‌های خشک، خمیرهای غلیظ جلبک، خوراک‌های فرموله شده، باکتری‌ها و مخمرها وجود دارد. مضرات گزارش شده در مواد غذایی جایگزین شده شامل تخریب باکتریایی، شستشوی مواد غذایی، قابلیت کم هضم مواد دیواره سلولی و تجزیه جلبک‌های خشک است. میکروجلبک‌های زنده از نظر رشد و بقای بیشتر دارای برتری هستند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌ مواد غذایی مبتنی بر درک بهتر از تغذیه حیوانات، امکان جایگزینی بیشتر جلبک‌های زنده را بدون به خطر افتادن رشد و سلامتی حیوانات فراهم آورده است. به‌عنوان مثال، جایگزینی 75 درصدی جلبک‌های زنده با مواد غذایی فرموله شده برای رسیدن به همان بهره‌وری در صدف سبز، هزینه‌های خوراک را از 221 دلار به ازای هر کیلوگرم به 138 دلار به ازای هر کیلوگرم کاهش می‌دهد.جلبک‌های کنسانتره شده با کیفیت بالا به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای جلبک‌های زنده محسوب می‌شوند. نرخ رشد مشابهی برای استفاده از کنسانتره جلبک‌های تجاری و جلبک‌های زنده در تولید صدف مرواریدی گزارش شده است. به‌طور معمول، کنسانتره جلبک‌ها با حذف آب توسط روش‌های مختلف از جمله سانتریفیوژ کردن و تبدیل آن‌ها به یک دوغاب غلیظ، سپس اضافه کردن مواد نگهدارنده تولید می‌شوند. این مواد غیر قابل رشد، برای تغذیه آبزیان به‌صورت سلول کامل دست‌نخورده، به‌منظور حفظ مواد مغذی و خصوصیات مهم طراحی شده‌اند. هزینه کنسانتره کردن به‌دلیل نیاز به مراحل پیش‌پردازش از 200 دلار تا 620 دلار به ازای هر کیلوگرم متغیر است. سیستم‌های پیشرفته تولید میکروجلبک در مقیاس بزرگ که با برداشت، نگهداری و ذخیره‌سازی مناسب سلول‌ها و شبکه‌های توزیع کارآمد یکپارچه شده‌اند، پتانسیل قابل توجهی برای کاهش هزینه ارائه می‌دهند.**

# 2-مواد غذایی فرموله شده

**تجزیه و تحلیل رژیم‌های غذایی در جهت طراحی مواد لازم برای رشد بهینه آبزیان ضروری است. گزارش شده است که آبزیان به‌طور معمول حاوی پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، خاکستر، فسفرها، آب، ویتامین‌ها و سایر مواد معدنی هستند. طراحی فرمولاسیون خوراک برای بهینه‌سازی تبدیل خوراک در جهت افزایش تولید ماهی مهم و ضروری است. طراحی بهینه باعث به حداقل رساندن ضایعات ماهی می‌شود و ابزاری مؤثر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. غذای آبزیان در محدوده ترکیبی فوق می‌تواند به‌طور کامل از میکروجلبک‌ها تولید شود، اگرچه سایر فاکتورها از جمله جذابیت خوراک (مانند بو، طعم و مزه) و در دسترس بودن مواد غذایی نیز در رشد مؤثر است. سختی زیاد دیواره سلولی بیشتر میکروجلبک‌ها برای هضم و جذب مواد مغذی درون سلولی به‌ویژه برای ماهی‌های گوشت‌خوار مضر است. بر اساس گزارشات، شکستن دیواره سلولی گونه‌های Chlorella vulgaris و Nannochloropsis gaditana می‌تواند باعث بهبود هضم مواد مغذی موجود توسط ماهی‌های آزاد و تجمع پروتئین و قابلیت هضم چربی در تیلاپیا گردد، اما ممکن است باعث آزاد شدن ترکیبات ضد تغذیه‌ای شود. شکست دیواره سلولی با استفاده از روش‌های مکانیکی، حرارتی، شیمیایی، آنزیمی یا اولتراسونیک میسر است، اما مزایای اضافه شده در اثر شکست دیواره سلولی باید با هزینه‌ها متعادل باشد. در حال حاضر، هزینه‌های زیاد میکروجلبک‌ها در مقایسه با مواد تشکیل دهنده، استفاده آن‌ها را به‌عنوان موادغذایی برای تولید ماهی محدود می‌کند. با توجه به اینکه تولید جلبک‌ها گران است، استفاده از آن‌ها به‌عنوان مواد فرمول شده در خوراک آبزیان به استفاده از رویکردهای بیولوژیکی با بهره‌وری بالاتر تولید و کاهش بیشتر هزینه نیاز دارد. با این حال، طیف گسترده‌ای از رنگدانه‌ها، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها، مواد معدنی و مواد فعال زیستی تولید شده توسط میکروجلبک، آن‌ها را به مواد افزودنی و مکمل‌های غذایی با ارزش در غذای آبزیان تبدیل می‌کند. به‌عنوان مثال میکروجلبک اسپرولینا ضمن کاهش ضایعات باعث تولید مواد مکمل افزایش‌دهنده‌ سرعت رشد، افزایش‌دهنده کیفیت گوشت و سلامت می‌شود.**

# 3-رنگدانه‌ها

**کارتنوئیدهای با ارزش، مانند بتاکارتن و آستاگزانتین به‌دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی در غذای آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند که به‌طور چشمگیری باعث بهبود کیفیت و ارزش ماهی‌های پرورش یافته می‌شوند. میکروجلبک‌های Haematococcus pluvialis و Dunaliella salina مقادیر زیادی از بتاکارتن و آستاگزانتین طبیعی را تولید می‌کنند. در حال حاضر رنگدانه‌های ارزان تولید شده از محصولات پتروشیمی به‌عنوان افزودنی برای غذای آبزیان استفاده می‌شوند.**

4-اسیدهای چرب امگا-3

**محتوی چربی میکروجلبک‌ها به‌طور معمول شامل 20 الی 50 درصد وزن خشک آن‌هاســـت. گونه‌های با بازدهی بالا**

**شامل 20 الی 45 درصد از زنجیره‌های بلند اسیدهای چرب غیر اشباع هستند. با توجه به نقش اسیدهای چرب غیر اشباع در سلامتی، عملکرد قلبی عروقی، سلامت ایمنی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن، مصرف روزانه 500 میلی‌گرم از این اسیدهای چرب اشباع نشده برای انسان توصیه شده است. میکروجلبک‌ها به‌عنوان یک پتانسیل بالقوه برای پاسخ‌دهی به افزایش تقاضای جهانی برای اسیدهای چرب امگا-3 شناخته شده‌اند. با این وجود برای پاسخ‌گویی به تقاضای رو به افزایش جهان به فناوری‌های پیشرفته تولید و پردازش با کیفیت بالا، برای حفظ فعالیت‌های بیولوژیکی اسیدهای چرب نیاز است.**

# 5-سلامت و رشد حیوانات

**بیماری‌های آبزیان ناشی از ویروس‌ها، باکتری‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا نگرانی اصلی صنعت آبزی‌پروری است. بر اساس گزارش‌ها، خسارت‌های گسترده صنعت ناشی از بیماری‌ها بیش از شش میلیارد دلار در سال است. در پرورش میگو تلفات 40 درصدی در اثر بیماری‌های ویروسی و باکتریایی رخ می‌دهد. مدیریت بیماری به‌طور سنتی با استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها یا سایر مواد شیمیایی بوده است که قادر به درمان عفونت‌های ویروسی نیستند و می‌توانند مقاومت پاتوژن را افزایش بدهند. بدین منظور توسعه راه‌های درمانی با استفاده از ارگانیسم‌ها، فرصتی قابل توجه برای میکروجلبک‌ها فراهم می‌کند. گزارش شده است که برخی گونه‌های خاص میکروجلبک‌ حاوی سیستم ایمنی و ترکیبات ضد میکروبی خاص هستند که باعث افزایش مقاومت در برابر پاتوژن‌های آبزی می‌شود.**

# 6-سیستم ایمنی طبیعی و محرک رشد

**بسیاری از گونه‌ها و ترکیبات میکروجلبک، مانند استرول‌ها و اسیدهای چرب اشباع نشده دارای فعالیت ضد باکتریایی هستند که منجر به افزایش بقا می‌شوند. مکمل‌های غذایی Chlorella یا Euglena باعث بهبود عملکرد رشد و افزایش مقاومت در برابر باکتری‌های بیماری‌زا Aeromonas hydrophila می‌شوند. اسپیرولینا باعث افزایش ایمنی ماهی کپور در برابر  Aeromonas hydrophila و ماهی تیلاپیا در برابر Pseudomonas fluorescence می‌شود. علاوه بر این افزودن Dunaliella salina به رژیم غذایی میگو آسیایی باعث افزایش میزان بقای آن‌ در مقابل ویروس‌ها شد و Dunaliella salina به‌عنوان کاندیدای جالب برای تولید سیستم‌های ایمنی خاص نوترکیب شناخته شد.**

# 7-روش‌های درمانی نوترکیب

**در سال‌های اخیر، میکروجلبک‌ها برای تولید مواد زیستی نوترکیب مانند محرک‌های سیستم ایمنی، واکسن‌ها، محرک رشد و عوامل ضد میکروبی برای انسان و حیوانات از نظر ژنتیکی مهندسی شده‌اند. استفاده از محصولات نوترکیب برای موارد درمانی به استخراج و خالص‌سازی نیاز دارد. مدیریت هزینه‌ها می‌تواند میکروجلبک‌ها را به یک منبع غذایی با ارزش با خاصیت درمانی تبدیل کند. علاوه بر این، آن‌ها نیاز به تزریق واکسن‌ در آبزیان که باعث استرس در آن‌ها و گاهی اوقات کاهش رشد می‌شود را، کاهش می‌دهند. در نتیجه زمینه وسیعی برای بهبود کیفیت خوراک درمانی آبزیان مبنی بر میکروجلبک‌ها وجود دارد.**

**8-آبزی‌پروری در آب‌های سبز**

**ماهی‌های آب‌های شیرین بزرگترین بخش آبزی‌پروری را شامل می‌شوند، بنابراین هدف مهمی برای آبزی‌پروری پایدار هستند. آبزی‌پروری در آب‌های سبز یک روش مؤثر کم‌هزینه است که در سراسر آسیای جنوب شرقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حوضچه‌های حاوی مواد مغذی باعث رشد جمعیت‌های میکروجلبک طبیعی و تلقیح شده با زیست‌توده غنی از مواد مغذی می‌شوند.**

**در مقایسه با آبزی‌پروری در آب شفاف، استخرهای آب سبز مهار زیادی از عوامل بیماری‌زا ماهی و میگو را نشان داده‌اند. پرورش میگوهای آسیایی در آب‌های سبز باعث افزایش رشد آن‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد از مزایای آب سبز تهیه خوراک با کیفیت بالا است که با ایجاد اکوسیستم‌های سالم باعث جلوگیری از تکثیر پاتوژن‌ها و سرکوب بیماری‌ها می‌شوند. تخمین زده می‌شود که 30 درصد از تولید جهانی تیلاپیا با استفاده از غذای طبیعی تأمین می‌شود. مقدار مصرف میکروجلبک در آب‌های سبز سالیانه 240 میلیون تن بر اساس وزن تازه تخمین زده می‌شود.**

**9-سیستم‌های آبزی‌پروری چند منظوره**

**توسعه برنامه‌های کاربردی آب سبز با هدف ایجاد سیستم‌های آبزی‌پروری یکپارچه و چندمنظوره است که بتواند پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی از طریق کشت با ارگانیسم‌ها در سطوح مختلف را فراهم کند. این ارگانیسم‌ها توسط جریان مواد مغذی مدور در سیستم‎های بسته حمایت می‌شوند و باعث بازیافت آب و تصفیه پسماند که هزینه‌های قابل توجهی در صنعت آبزی‌پروری ایجاد می‌کنند، می‌شوند. ادغام آبزی‌پروری با کشاورزی سنتی در مقیاس بزرگ ممکن است این مزایا در سطح جهانی را گسترش دهد و از یک اقتصاد پایدار حمایت کند.**

**10-فناوری biofloc در خوراک آبی**

**با استفاده از اصول کشت در آب سبز، فناوری biofloc با استفاده از روش پیشرفته برای تولید پایدار محصولات با ارزش مورد استفاده در مواد غذایی آبزیان به سرعت نمایان می‌شود. به‌طور معمول برای کشت در فوتوبیوراکتورهای بسته، تأمین‌کنندگان تجاری در حال پیشبرد درک اکوسیستم‌های میکروبی مورد نیاز برای تهیه روش‌های دقیق در جهت تولید خوراک‌های میکروبی دریایی از نوع biofloc هستند. محصولات حاصل از این فرایند شامل مکمل‌هایی برای رشد ماهی سالمون، باراموندی، میگو و صدف است. طبق گزارشات این مکمل‌ها باعث افزایش رشد میگو تا 50 درصد در مقایسه با رژیم غذایی استاندارد می‌شود.**

**کنترل کیفیت آب:**

**ساده‌ترین روش برای کنترل کیفیت آب در آبزی‌پروری، جایگزینی مکرر آب است . با این حال در صنعت آبزی‌پروری به‌دلیل پایین بودن سود و هزینه بالا، کاربرد این روش محدود است. تصفیه پساب برای استفاده مجدد از آب یک روش ممکن برای کاهش تعویض آب و کنترل هزینه بهره‌برداری از سیستم آبزی‌پروری است.در مطالعه‌ای که توسط Mirzoyan و همکارانش انجام شد، نشان داده شد که با استفاده از روش‌های بی‌هوازی میزان لجن حاصل از آبزی‌پروری به ۷۰ درصد کاهش یافته است. با این حال از نظر بازیابی مواد مغذی این فناوری‌های سنتی برای تصفیه توصیه نمی‌شود. مثلاً کربن‌های آلی موجود در پساب‌های حاصل از آبزی‌پروری با استفاده از تصفیه هوازی و بی‌هوازی به دی‌اکسید کربن و متان تبدیل می‌شود. در نتیجه این نوع از پساب‌ها باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود و از منابع موجود در پساب نمی‌توان مجدداً استفاده کرد.**

1-  **مکانیسم جذب نیتروژن**

**نیتروژن یکی از ترکیبات موجود در پساب‌های آبزیان است و غلظت بالایی دارد. نیتروژن موجود در پساب‌ها به شکل‌های مختلف مانند آمونیوم، نیترات و نیتریت وجود دارد. آمونیوم موجود در آب برای آبزیان نامطلوب و یا سمی نیست. آمونیوم می‌تواند توسط سلول‌های میکروجلبک از طریق انتقال فعال جذب شده و مستقیماً برای سنتز اسیدهای آمینه مورداستفاده قرار بگیرد،**

2- جذب کربن

**منابع کربن موجود در پساب‌های آبزی‌پروری شامل کربن معدنی (دی‌اکسید کربن و بی‌کربنات) و کربن‌های آلی (ساکاریدها و اسیدهای چرب فرار) هستند. از آنجایی که جذب دی‌اکسید کربن یا بی‌کربنات به‌وسیله فتوسنتز انجام می‌شود، یک روش امکان‌پذیر برای تثبیت کربن معدنی است که به‌وسیله ایجاد شرایط مطلوب، به‌ویژه نور و دمای لازم انجام می‌شود. با تثبیت دی‌اکسید کربن و انتشار اکسیژن، میزان اکسیژن محلول در آب افزایش یافته و یک محیط غنی از اکسیژن برای آبزیان ایجاد می‌کند.جذب کربن آلی در مقایسه با کربن معدنی، ممکن است فرایندی پیچیده‌تر و زمان‌بر باشد زیرا بعضی از شکل‌های کربن آلی نمی‌توانند توسط سلول‌های میکروجلبک به‌طور مؤثر مورد استفاده قرار بگیرند. برای مثال بعضی از مواد جامد نامحلول غنی از کربن که اندازه بزرگی دارند، به‌طور مستقیم توسط سلول‌های میکروجلبک قابل جذب نیستند.**

**در مطالعات جدید برای افزایش میزان جذب کربن در پساب آبزی‌پروری، از سیستم جدید ترکیب جلبک و باکتری استفاده می‌کنند. در این سیستم دی‌اکسید کربن که توسط باکتری‌ها آزاد می‌شود، می‌تواند توسط میکروجلبک‌ها برای فتوسنتز مورد استفاده قرار بگیرد و باعث تولید اکسیژن شود. باکتری‌ها کربن‌هایی که به شکل غیر قابل هضم هستند را به‌صورت کربن قابل استفاده مانند اسیدهای چرب فرار، اسیدهای آمینه و گلوکز تبدیل می‌کنند. سلول‌های میکروجلبک نیز می‌توانند این نوع از کربن‌ها را به شکل کارآمدی جذب کنند؛ بنابراین در مقایسه با سیستم میکروجلبک خالص، استفاده از سیستم ترکیبی جلبک ‌و باکتری عملکرد بسیار بهتری در بازیابی مواد مغذی دارند.**

**بر اساس گزارش Boyd تولید یک کیلوگرم گربه‌ماهی حدود ۵۱ گرم نیتروژن، ۷.۲ گرم فسفر و ۱۱۰۰ گرم اکسیژن برای اکسیداسیون (COD) به‌عنوان پسماندهای آلی در آب آزاد می‌کند که می‌تواند به‌صورت محلول و یا لجن نامحلول جمع شوند. بنابراین پساب آبزی‌پروری وسیله مناسبی برای کشت میکروجلبک‌ها و تولید زیست‌توده است، چون پساب‌های آبزی‌پروری غنی از عناصر مهم و اساسی مانند نیتروژن، فسفر و کربن است که در رشد میکروجلبک‌ها تأثیر می‌گذارند. یکی از مزایای پساب‌های آبزیان نسبت به سایر پساب‌ها این است که بر خلاف پساب‌های شهری و صنعتی حاوی اجزای سمی بسیار کمتری مانند فلزات سنگین هستند که می‌توانند به‌عنوان خوراک آبزیان استفاده شوند**.

**چشم‌اندازها در آبزی‌پروری به کمک میکروجلبک‌ها:**

**آبزی‌پروری سازگار با محیط زیست و بازیابی مواد مغذی از پساب‌ها امروزه برای پایداری جهانی مهم است. آبزی‌پروری به کمک میکروجلبک‌ها فواید بسیار خوبی را به همراه دارند. در مرحله اول با توجه به عملکرد عالی میکروجلبک‌ها در تثبیت دی‌اکسید کربن و اصلاح پساب‌ها می‌توان آلودگی ناشی از آبزی‌پروری را کاهش داد و درنتیجه خطرات آبزی‌پروری برای پایداری محیط زیست قابل کنترل است. از آنجا که استفاده از میکروجلبک‌ها به‌عنوان خوراک اثرات مفیدی بر سلامت آبزیان دارد، در نتیجه میزان مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها یا داروها کاهش می‌یابد و با کاربرد گسترده میکروجلبک‌ها در آبزی‌پروری تأثیرات مثبت آن بر ایمنی، پایداری محیط زیست و پایداری جهانی کمک خواهد کرد. با استفاده از این سیستم برای آبزی‌پروری، مواد مغذی موجود در پساب‌ها به زیست‌توده‌ های با ارزش تبدیل می‌شوند که می‌تواند برای تولید خوراک آبزی‌پروری بیشتر مورد بهره‌برداری قرار بگیرد. همچنین با بازیابی مواد مغذی و تولید زیست‌توده می‌توان هزینه آبزی‌پروری را کاهش داد.**

 **جمع‌بندی:**

**برای غلبه بر مشکلات موجود در صنایع آبزی‌پروری سنتی، در این گزارش استفاده از میکروجلبک‌ها برای آبزی‌پروری پایدار معرفی شده است. بر اساس اصول آبزی‌پروری به کمک میکروجلبک‌ها، این سیستم جدید می‌تواند پسماندها را به زیست‌توده با ارزش، به‌عنوان خوراک آبزیان تبدیل کند و درنتیجه میزان پساب‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به کاهش میزان استفاده از روش‌های هوادهی میزان مصرف انرژی نیز کاهش می‌یابد. به‌طور کلی استفاده از میکروجلبک‌ها در آبزی‌پروری، علاوه بر جلوگیری از آلودگی‌های محیط زیست، تأثیر مستقیم بر روی سلامت محصولات آبزیان ازجمله ماهی‌ها، میگوها و نرم‌تنان دارد.**

**در سال‌های اخیر فناوری‌هایی برای ترویج استفاده از آبزی‌پروی به کمک میکروجلبک‌ها به‌طور گسترده توسعه یافته است، اما علی‌رغم پیشرفت‌های بزرگ در زمینه‌های یاد شده بعضی از مشکلات مربوط به سطح ایمنی زیست‌توده، ارزیابی اقتصادی و تجزیه و تحلیل چرخه زندگی مانع از صنعتی شدن آبزی‌پروری با استفاده از میکروجلبک شده است. در آینده نزدیک با حل این مشکلات، میکروجلبک‌ها نقش مهمی در آبزی‌پروری برای توسعه پایدار ایفا می‌کنند.**

پایان

منعمی

منابع : مقالات از اینترنت