CC BY

مقاله علمی – ترویجی:

تصفیه زیستی مواد زائد با استفاده از ریزجلبک‌ها

رضا نهاوندی[۱]، سعید تمدنی جهرمی[۲]، محمد خلیل پذیر[۳]، سجاد پورمظفر[*۴]

[*]Sajjad5550@gmail.com

۱- مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
۳- پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. بوشهر، ایران
٤- ایستگاه تحقیقات نرمتنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱٤۰۱ تاریخ پذیرش: دی ۱٤۰۱

چکیده

وجود مواد مغذی در پساب منجر به غنی شدن محیط و بروز مشکلات زیست محیطی در محیط‌های آبی می‌گردد. سیستم‌های متداول تصفیه فاضلاب قادر به حذف مؤثر فسفر نیستند. ورود فسفر به منابع آبی موجب ایجاد یوتریفیکاسیون می‌شود. از میان روش‌های مختلفی که برای جداسازی مواد مغذی در پساب به کار رفته است، استفاده از ریز جلبک‌ها دارای کارایی مناسبی می‌باشد. تصفیه زیستی پساب با استفاده از ریزجلبک برای حذف مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر و ایجاد اکسیژن برای باکتری‌های هوازی به‌تازگی مورد استقبال قرار گرفته است. ریزجلبک‌ها با استفاده از نور خورشید، مواد مغذی پساب را مصرف کرده و به توده‌های زیستی مفید تبدیل می‌کنند. این مقاله در نظر دارد در خصوص تصفیه زیستی پساب با استفاده از ریزجلبک‌ها بحث کند. کارایی ریزجلبک‌ها در تصفیه پساب به نوع گونه، غلظت توده جلبکی، نور، میزان هوادهی و زمان مناسب برای حداکثر فعالیت جلبک بر پساب، مرتبط است.

کلمات کلیدی: ریزجلبک، پساب، مواد مغذی، تصفیه زیستی

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

مقدمه

با توجه به محدود بودن منابع آبی و گسترش روزافزون واحدهای صنعتی، آلوده‌شدن منابع آبی منجر به بروز مشکلات اقتصادی - اجتماعی در جوامع شده است. در این راستا، فاضلاب‌های حاصل از مزارع آبزی‌پروری به دلیل دارا بودن ترکیبات متفاوت در مقادیر مختلف موجب ایجاد آلودگی در محیط اطراف شده است (Zhang *et al.*, 2012). موفقیت سیستم‌های زیستی در تصفیه فاضلاب منوط به ایفاء نقش بهینه جاذب‌های زیستی در این سیستم‌هاست. از سوی دیگر، فعالیت‌های پرورش آبزیان همراه با استفاده از انواع کودهای شیمیایی، مواد غذایی با ترکیبات مختلف، انواع داروها و سموم است که هر کدام بر آبزیان، انسان و محیط زیست تاثیر متفاوتی دارد (Lim *et al.*, 2010).

سیستم‌ها و روش‌های مختلفی جهت تصفیه پساب‌ها طراحی شده‌اند که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. برای فائق آمدن بر بخشی از مشکلات مذکور، یکی از راه‌ها استفاده از فرآیندهای زیستی در تصفیه آب است (Abdelraouf *et al.*, 2012). از بین روش‌های تصفیه می‌توان به تصفیه به کمک ریزجلبک‌ها اشاره کرد که در عین ساده بودن نسبت به سایر روش‌ها (برکه‌های تصفیه کننده، لجن فعال و...)، از لحاظ انرژی و تجهیزات مورد نیاز بسیار مقرون به‌صرفه باشد (Zhang *et al.*, 2012). واژه «ریزجلبک» اصطلاحی است برای نامیدن کلیه جلبک‌های میکروسکوپی که شامل جلبک‌های پروکاریوتی مانند سیانوباکتری‌ها یوکاریوتی می‌شود. ریزجلبک‌ها گروهی از میکروارگانیزم‌های فتوسنتزی ساده یک یا چند سلولی هستند که رشد سریعی دارند و قادرند که انرژی خورشید را ۵۰-۱۰ برابر سایر گیاهان به دام بیندازند. همچنین آنها از توانایی تثبیت دی‌اکسیدکربن برخوردارند (Abdelraouf *et al.*, 2012). جلبک‌ها به لحاظ دارا بودن پروتئین، کربوهیدرات، مواد معدنی، رنگدانه، و اسیدهای چرب امگا- ۳، ارزش تغذیه‌ای بسیاری دارند (Srimongkol *et al.*, 2022). رشد جلبک‌ها به عنوان گیاهان تصفیه کننده فاضلاب نیز حائز اهمیت است. این جلبک‌ها برای انجام فعالیت‌های متابولیسم خود نیترات و فسفات‌ها را مصرف کرده و با انجام فرآیند فتوسنتز، اکسیژن آزاد می‌کنند و اکسیژن آزاد شده به باکتری‌های هوازی کمک می‌کند تا در تجزیه مواد خام فاضلاب‌ها فعال باشد (عباسی بیرگانی و همکاران، ۱۳۹۶). فواید ریزجلبک‌ها نسبت به گیاهان عالی عبارتند از:

۱- می‌توان به میزان جذب بالای دی‌اکسیدکربن، رشد سریع و امکان برداشت در فواصل کوتاه اشاره کرد.

۲- هر سلول جلبکی از نظر فتوسنتزی فعال است درحالی‌که در گیاهان عالی، تنها یک مجموعه عمل فتوسنتز را انجام می‌دهد.

۳- سلول جلبکی می‌تواند مواد غذایی معدنی را مستقیماً از محیط اطراف جذب کند. بنابراین، جلبک به مصرف انرژی، انتقال طولانی مسافت مواد غذایی از طریق ریشه و ساقه نیاز ندارد.

ترکیبات مواد دفعی زاید آب (پساب)

ترکیبات مواد دفعی موجود در آب نشان‌دهنده نوع جوامع آبزی است (Yang *et al.*, 2011). سه چهارم کربن آلی موجود در فاضلاب‌ها به صورت کربوهیدرات، چربی، پروتئین، اسید آمینه و اسیدهای فرار است. ترکیبات معدنی شامل غلظت‌های بالای سدیم، کلسیم، پتاسیم، کلرین، سولفور، فسفات، بی کربنات، نمک آمونیوم (Zhang *et al.*, 2012) و فلزات سنگین (Molazadeh *et al.*, 2019) است سایر منابع آلوده کننده آبها شامل تخلیه مواد خام یا خطرناک فاضلاب از شهرها و روستاها، تخلیه از کارخانجات یا صنایع، از زمین‌های کشاورزی و شستشوی خاک‌هاست. از آن‌جایی‌که در کشور ما هیچ‌گونه استاندارد معینی برای پساب‌های خروجی کارگاه های تکثیر و پرورش وجود ندارد، این موضوع سبب شده است تا به دور از هر گونه ضابطه‌ای، بر تعداد مراکز تکثیر و پرورش آبزیان به‌ویژه در مسیر رودخانه‌هایی که بخشی از آنها در حال حاضر مورد شرب قرار می‌گیرد، اضافه شود. از سوی دیگر، فعالیت‌های پرورش آبزیان همراه با استفاده از انواع کودهای شیمیایی، مواد غذایی با ترکیبات مختلف، انواع داروها و سموم است که هر کدام بر آبزیان، انسان و محیط زیست تأثیر متفاوتی دارد (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۵). از جمله ترکیبات زیان‌آور می‌توان به ترکیبات نیتروژن‌دار به‌ویژه آمونیاک و نیتریت اشاره کرد. آمونیاک در مقادیر کم باعث تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک و در مقادیر بالا باعث تلفات آبزیان می‌شود (Zhang *et al.*, 2012). نیتریت نیز در استخرهای پرورش بر اثر فرایند نیتریفیکاسیون از آمونیاک تولید شده و سبب بروز مشکلاتی از قبیل بیماری خون قهوه‌ای در ماهی و سرطان معده و روده در انسان می‌شود. از سوی دیگر، این دو ترکیب به‌خودی‌خود و در اثر تبدیل به آمونیاک و نیترات باعث پدیده یوتریفیکاسیون (افزایش مواد

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

مغذی در آب) در محیط‌های آبی می‌شوند (Zhang *et al.*, 2012). امروزه تاکید زیادی بر جمع‌آوری و رفع آلودگی از انواع پساب‌ها انجام می‌گیرد. زیرا پساب‌ها توانایی بالقوه‌ای در آلوده‌سازی منابع غذایی و آبها دارند و به عنوان محیط مناسب برای رشد انواع مختلف میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا به‌شمار می‌روند (Abdelraouf *et al.*, 2012).

عوامل موثر بر رشد جلبک و حذف مواد مغذی

شدت نور

اولین فاکتور زیستی است که به طور مؤثری رشد جلبک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگرچه شدت نور بالاتر منجر به تراکم و رشد بیشتر جلبک و در نتیجه، کارایی بالاتر جلبک در جذب مواد مغذی خواهد شد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰)، ولی تراکم بالای جلبک ممکن است منجر به ایجاد سایه، انباشته شدن مهار کننده‌ها و کاهش کارایی فتوسنتزی شود. نکته قابل‌توجه این است که با استفاده از روش‌های ژنتیکی، می‌توان میزان نور جذب شده به‌وسیله هر سلول جلبکی را تغییر داد و بدین‌ترتیب، فعالیت فتوسنتز تحت شرایط نوری بالا را افزایش داد. دوره‌های متناوب فقدان نور و یا دوره‌هایی که با شدت نور کم همراه هستند، سبب توقف یا کاهش شدید فعالیت فتوسنتزی می‌شوند که منجر به ایجاد شرایط بی‌هوازی می‌گردد. به‌هرحال، فعالیت فتوسنتزی و حذف آلاینده‌ها در صورتی که نور کافی تأمین گردد، دوباره آغاز می‌شود. رضوانی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند که با افزایش شدت نور، سرعت رشد ریزجلبک کلرلا افزایش پیدا کرده و ریزجلبک، فنل را با سرعت بیشتری حذف می‌کند.

دما

کیفیت تصفیه پساب به‌وسیله ریزجلبک‌ها در دمای پایین کاهش می‌یابد. برای مثال، Saamori و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که با افزایش دما از ۲۵ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد در یک سیستم حاوی ریزجلبک *کلرلا Chlorella sorokiniana* و باکتری *Ralstonia bacilensis* کیفیت تصفیه پساب به میزان دو برابر افزایش می‌یابد. زیرا فعالیت هر دو میکروارگانیسم مذکور با افزایش دما بیشتر می‌شود. همچنین عباسی بیرگانی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که بهترین شرایط رشد جلبک *Chlorella vulgaris* در محیط فاضلاب دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود که در این دما جلبک قادر است، ۶۱ درصد BOD (اکسیژن خواهی بیولوژیک) فاضلاب را حذف نماید. با این‌حال، Han و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند که استفاده از سیانوباکتری‌های سازش یافته با سرما برای حذف مواد از پساب‌ها در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نتیجه مطلوبی در تصفیه پساب داشت.

غلظت اکسیژن محلول

میزان بالای اکسیژن محلول ممکن است به آسیب‌های اکسیداتیو در سلول‌های ریز جلبکی منجر شود که کارایی تصفیه کاهش پیدا می‌کند. برای مثال، بر اساس گزارش Yang و همکاران (۲۰۱۱) افزایش میزان اکسیژن محلول محیط از صفر به ۲۹ میلی‌گرم در لیتر، منجر به کاهش ۹۸ درصدی در تولید اکسیژن و تصفیه شد. نکته حائز اهمیت آن است که میزان بالای اکسیژن محلول در سیستم‌هایی که به طور همزمان از ریز جلبک‌ها و باکتری‌ها جهت حذف مواد آلاینده استفاده می‌نمایند، آسیب زیادی به ریزجلبک‌ها وارد نمی‌شود. زیرا باکتری‌ها بخش اعظم اکسیژنی که طی فرآیند فتوسنتز در ریز جلبک‌ها تولید می‌شود، مصرف می‌کنند. با تنظیم میزان اکسیژن محلول محیط می‌توان غلظت توده زیستی ریز جلبک‌ها و سایر میکرواورگانیزم‌ها را کنترل کرد. همان‌طوری‌که قبلاً نیز بیان شد، در صورتی که از ریزجلبک‌ها در کنار سایر باکتری‌های هوازی برای انجام عمل تصفیه استفاده شود، ریزجلبک‌ها قادرند طی فرآیند فتوسنتز اکسیژن موردنیاز را تولید نمایند که باکتری‌ها اکسیژن تولیدی را مصرف می‌کنند. از سوی دیگر، باکتری‌ها نیز ضمن فرآیندهای متابولیسمی خود دی اکسید کربن تولید می‌کنند که ریز جلبک‌ها به آن نیازمند هستند. بیشتر ترکیبات سمی موجود در آلاینده‌ها در شرایط هوازی بهتر از شرایط بی‌هوازی تخریب می‌شوند.

غلظت زیست‌توده جلبکی

غلظت زیست‌توده ریزجلبک‌ها، کنترل کننده میزان اکسیژن تولیدی و سرعت حذف مواد آلاینده است. هر گاه غلظت زیست‌توده زیستی ریزجلبک‌ها در حد بهینه افزایش یابد، سرعت تصفیه پساب افزایش پیدا می‌کند و هر گاه غلظت زیست‌توده زیستی آنها به حد بحرانی برسد، تمامی نور فراهم شده، برای فتوسنتز صرف می‌شود و تولید اکسیژن افزایش پیدا می‌کند (عباسی بیرگانی و همکاران، ۱۳۹۶). تحقیقات بر پرورش کلرلا

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

نشان داد که با افزایش تراکم از ۰/۵ گرم ماده خشک در لیتر به ۱/۹ گرم ماده خشک در لیتر، سبب گردید که جذب نیتروژن به‌وسیله این جلبک به مقدار زیادی شتاب بگیرد (Lim *et al.*, 2010). این دانشمندان همچنین بیان نمودند که در شرایط پرورش با غلظت زیاد توده زیستی ریزجلبک، حذف آمونیوم و فسفر به نسبت افزایش می‌یابد. مشابه با این نتایج، عباسی بیرگانی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که افزایش غلظت زیست توده جلبک *Chlorella vulgaris*، افزایش حذف اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD) را به‌دنبال داشت به‌طوری‌که بیشترین میزان حذف BOD در غلظت ۳۰ درصد مشاهده شد. در مطالعه دیگر، تراکم بالاتر ریزجلبک *Tetraselmis suecica* (۲-۱ میلیون سلول در میلی‌لیتر)، منجر به حذف بیشتر نیتروژن و فسفر پساب شد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۰). برخلاف مطالعات مذکور، خلجی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که افزایش توده ریزجلبک *Chlorella vulgaris* از ۱۳ میلیون سلول در هر میلی‌لیتر به ۲۶ میلیون سلول در هر میلی‌لیتر کاهش جذب مواد مغذی همچون نیترات، فسفات و آمونیاک را به دنبال داشت. علت این مشاهده، کاهش نفوذ نور به علت افزایش تراکم سلولی است. در نتیجه، جذب مواد مغذی کاهش پیدا می‌کند.

جلبک پالایی[1]

سیستم‌ها و روش‌های مختلفی جهت تصفیه پساب‌ها طراحی شده‌اند که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. برای فائق آمدن بر بخشی از مشکلات مذکور، یکی از راه‌ها استفاده از فرآیند بیولوژیک در تصفیه پساب‌هاست (Chang *et al.*, 2013). کشت ریزجلبک، یک روش مقرون به‌صرفه برای حذف مواد مغذی از آب است (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴). ریز جلبک‌ها دارای ظرفیت بالایی برای جدا کردن مواد مغذی از آب هستند (Abdelraouf *et al.*, 2012). استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار هزینه‌بر است و سبب بروز آلودگی‌های ثانویه می‌شود. سیستم‌های کشت ریز جلبک‌ها می‌توانند نقش مهمی در تصفیه پساب‌ها ایفاء نمایند، زیرا ریزجلبک‌ها حذف مواد مغذی به‌خصوص نیتروژن، فسفر، فلزات سنگین، مواد آلی و پاتوژن را در پساب افزایش دهند (Abdelhameed, 2007). اصطلاح تصفیه زیستی آلاینده‌ها با استفاده از جلبک‌ها (جلبک‌پالایی)، به استفاده از جلبک‌ها برای تیمار و تصفیه مواد آلاینده از پساب‌هایی با منشأ مختلف یا تبدیل آلودگی‌هایی از پساب‌ها اشاره دارد که در مقیاس وسیعی در سیستم‌های تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار گرفته است (Ruiz *et al.*, 2010). نسبت بین C:N:P (کربن، نیتروژن و فسفر) در پساب‌های مختلف متفاوت است. برای مثال Saamori و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که مقدار نیتروژن و فسفر فاضلاب خانگی نسبت به کربن آن کمتر است و این می‌تواند در محدود کردن رشد ریزجلبک موثر باشد. ریزجلبک برای ایجاد و تشکیل ۶۰-۴۵ درصد از وزن خشک خود به مقادیر بالای نیتروژن و فسفر در ساخت اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپید و پروتئین‌ها نیاز دارند. بنابراین، آنها قادرند جذب مواد اولیه مغذی از پساب‌ها را تسریع کنند. ریز جلبک‌ها می‌توانند انواع مختلفی از متابولیک‌های خارج سلولی را تولید نمایند که قادر به ترکیب شدن با یون‌های فلزی هستند. از سوی دیگر، افزایش pH محیط ناشی از فعالیت فتوسنتزی ریز جلبک‌ها احتمال رسوب املاح فلزی را افزایش می‌دهد. همچنین افزایش میزان حلالیت اکسیژن تولیدی به‌وسیله ریز جلبک به همراه افزایش pH محیط، ممکن است بسیاری از عوامل بیماری‌زا موجود در پساب را غیر فعال نماید. ریزجلبک‌ها می‌توانند مواد آلاینده را به عنوان منبع کربن، ازت، گوگرد یا فسفر مورد استفاده قرار دهند و آنها را حذف نمایند. با این‌حال، باید توجه داشت که برخی از ریز جلبک‌ها نسبت به تعدادی از ترکیبات آلوده‌کننده حساس هستند و در اثر مجاورت با آن، فعالیت‌های خود را از دست می‌دهند. نکته دیگر این‌که کارایی جلبک‌ها در تصفیه پساب‌ها تابع نوع گونه، حجم توده جلبکی، pH، هوادهی و زمان مناسب برای حداکثر فعالیت جلبک بر پساب، کیفیت و کمیت پساب همچون نوع مواد و غلظت مواد مغذی است (Abdelhameed, 2007). ریز جلبک‌هایی مانند کلرلا و سندسموس، به علت رشد بالا و مقاومت به دست‌کاری در سیستم‌های پرورشی و فناوری ساده و ارزان تولید می‌توانند در تصفیه پساب مفید باشند (Wang *et al.*, 2010). از این‌رو، جلبک‌های جنس *Scenedesmus* و *Chlorella* در بسیاری از مطالعات به منظور جداسازی نیتروژن و فسفر به‌کار گرفته شده و نتایج مثبتی نیز از به‌کار گیری آن به‌دست آمده است.

[1] - Phycoremediation

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

حذف نیتروژن و فسفر

تحقیقات متعددی در خصوص حذف نیتروژن و فسفر با استفاده از جلبک صورت گرفته است (Zhang *et al.*, 2012). نیتروژن در فاضلاب از تبادلات متابولیک ترکیبات موجود در آب حاصل می‌گردد درحالی‌که بیش از پنجاه درصد فسفر از مواد شوینده مصنوعی موجود در آب ایجاد می‌گردد. اشکال اصلی نیتروژن و فسفر به ترتیب در محیط آبی، به صورت NH_4^+ (آمونیوم)، NO_2^- (نیتریت)، NO_3^- (نیترات) و PO_4^{3-} (اورتوفسفات) است. معمولاً کیفیت پساب‌ها با موجودات هوازی و غیر هوازی بهبود می‌یابد. هرچند این آب تصفیه شده همچنان حاوی ترکیبات غیر آلی مانند یون‌های نیترات، آمونیوم و فسفات است که منجر به یوتریفیکاسیون شدن (غنی شدن) منبع آبی و شکوفایی ریزجلبک ها می‌گردد (Yang *et al.*, 2011). یون‌های فسفات و نیتروژن عوامل کلیدی یوتریفیکاسیون هستند. از این‌رو، برای جلوگیری از یوتریفیکاسیون محیط آبی بایستی این یون‌ها از محیط حذف شوند. وجود ترکیبات نیتروژن‌دار در آب منجر به به سمی شدن جریانات آبی به آمونیاک یونیزه نشده، شده و در کنار آن ادغام با مواد ضد عفونی کننده سبب آزاد سازی کلرین می‌شود. همچنین نیتریت به عنوان پیش‌ساز ترکیبات N-nitrose و عمدتاً نیتروزامین شناخته می‌شود. نیتروزامین عامل سرطان، آسیب‌های جنینی و جهش است. به علت قابلیت جذب فسفر و نیتروژن معدنی به‌وسیله ریز جلبک‌ها، کشت این موجودات یک راه‌حل جذاب برای حل معضل آلودگی منابع آبی به‌شمار می‌رود. جذب نیتروژن به‌وسیله ریزجلبک‌ها به عنوان فعالیت اصلی متابولیک آنها شناخته می‌شود. پس از کربن، نیتروژن دومین ماده مغذی مهم برای رشد ریزجلبک‌هاست که بیش از ۱۰ درصد بیوماس آنها را شامل می‌شود. تمایل ریزجلبک‌ها به جذب نیتروژن آمونیومی بیشتر از نیترات و نیتروژن آلی (اوره و آمینواسید) است (افشاری و همکاران، ۱۳۹۰). Ruiz و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که در بین جلبک‌های *Scenedesmus* و *Chlorella*، جلبک *Scenedesmus* طی ۴۸ ساعت اولیه بعد از مواجهه با پساب، دارای توانایی بالاتری در جذب آمونیوم است. ریزجلبک‌ها فسفر را به صورت ارتوفسفات غیرآلی جذب می‌کنند. جذب ارتوفسفات نیازمند انرژی است. جذب فسفات به‌وسیله فیتوپلانکتون‌ها، به دو صورت جذب مستقیم سلول‌ها تحت شرایط هوازی و ته نشینی انجام می‌گیرد که به صورت گرانول‌های فسفات در ریزجلبک‌ها ذخیره می‌شود (خلجی و همکاران، ۱۳۹۸). Han و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که ریزجلبک *Scenedesmus quadricauda* قادر به جذب فسفر و نیتروژن به میزان ۱۰۰ و ۷۰ درصد بود و آمونیوم نیز طی ۵ روز آغازین این مطالعه کاملاً مصرف شد. میزان حذف نیتروژن و فسفر در گونه‌های مختلف جلبکی متفاوت است به‌طوری‌که کبیر و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای که بر کارایی ریزجلبک *Scenedesmus obliquus* در حذف فسفات و نیترات از پساب مزارع پرورش میگو گمیشان انجام دادند، گزارش کردند میزان فسفات P وPO_4، کاهش معنی‌داری در طول دوره آزمایش از خود بروز دادند، اما تاثیر معنی‌داری بر نیترات N و NO_3 مشاهده نشد. در مطالعه دیگر، Kothari و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که استفاده از جلبک *Chlorella* می‌تواند تا ۸۶ درصد نیتروژن معدنی و ۷۸ درصد فسفر معدنی را از آب حذف نماید. در مطالعه دیگر، جلبک *Chlorella* بیش از ۸۰ درصد نیترات پساب را طی ۱۴ روز کاهش داد (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری

ریزجلبک‌ها می‌توانند نیتروژن، فسفر و میزان اکسیژن خواهی بیولوژیک را تا حد زیادی در پساب کنترل کنند. مقادیر بالای نیتروژن و فسفر در پساب‌ها به عنوان منبع غذایی ارزان برای تولید ریزجلبک‌ها محسوب می‌شود. جهت افزایش بهره‌وری تصفیه پساب، بایستی دما، شوری، نور، اکسیژن بهینه و غلظت زیست‌توده جلبکی مناسب برای گونه مورد استفاده در نظر گرفته شود.

منابع

ابوالحسنی، م.، حسینی، س . و قربانی، ر. ۱۳۹۵. حذف فسفات و نیترات از پساب شهری به وسیله کشت جلبک *Scenedesmus obliquus* و تولید زیست توده جلبکی. مجله بوم شناسی آبزیان، شماره ۵ ، ۳۵-۳۳. DOI: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.4.5

احمدپور، ن.، صیادی، م.، فلاحی، م . و رضایی، م. ۱۳۹۴. حذف فسفات توسط ریزجلبک ها از پساب خروجی فاضلاب شهری در شرایط آزمایشگاهی. مجله زیست فناوری دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۶، ۸-۱.

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

افشاری، ع.ر.، یحیوی، م.، سجادی، م.س.، شیبک، ح.ع. و عبدالعلیان، ع. ۱۳۹۰. بررسی قابلیت ریزجلبک *Tetraselmis suecica* در تصفیه پساب ثانویه شهری. آبزیان و شیلات، شماره ۸، ۸-۱.

حیدری، ص.، فرهادیان، ا. و محبوبی، ن. ۱۳۹۰. تولید زیست توده و حذف آمونیاک از پساب کارگاه پرورش ماهی به وسیله کشت جلبک سبز *سندسموس کوادریکودا*. مجله محیط شناسی، شماره ۳۷، ۲۸-۱۵.

خلجی، م.، حسینی، س.ع.، قربانی، ر.، آق.، م. و رضایی، ح. ۱۳۹۸. استفاده از ریزجلبک کلرلا ولگاریس در تصفیه پساب صنایع لبنی. سلامت و محیط زیست. شماره ۲، ۳۱۸-۳۰۷.

رضوانی، س.س.، وهاب‌زاده، ف. و فاضل، ش. ۱۳۹۳. حذف زیستی فنول توسط جلبک *کلرلا ولگاریس*. پنجمین کنفرانس آب، پساب و پسماند. تهران.

عباسی بیرگانی، م.، علی‌زاده، ر.، طهماسبی انفرادی، س. و سلطانیان، س. ۱۳۹۶. تصفیه بیولوژیکی فاضلاب خانگی با استفاده از میکروجلبک *کلرلا ولگاریس* در مقیاس آزمایشگاهی. نشریه محیط زیست و مهندسی آب، شماره ۲، ۱۵۶-۱۴۴.

کبیر، م.، حسینی، ع .، قربانی، ر. و کشیری، ح. ۱۳۹۷. کارایی ریزجلبک *Scenedesmus obliquus* در حذف فسفات و نیترات از پساب مزارع پرورش میگو گمیشان. مجله بوم شناسی آبزیان، شماره ۲ ، ۱۳۳-۱۲۴. DOI: 20.1001.1.23222751.1397.8.2.12.6

Abdelhameed, M.S., 2007. Effect of algal density in bead, bead size and bead concentrations on wastewater nutrient removal. *African Journal of Biotechnology*, 6, 1185-1191.

Abdelraouf, N., Al-Homaidan, A. and Ibraheem, I.B., 2012. Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Science*, 19, 257-275. DOI: 10.1016/j.sjbs.2012.04.005

Chang, Y.C., Lee, W.J., Lin, S.L. and Wang, L.C., 2013. Green Energy: Water-Containing Acetone–Butanol– Ethanol Diesel Blends Fueled in Diesel Engines. *Applied Energy*, 10, 182–191. DOI: 10.1016/j.apenergy.2013.03.086

Han, F., Pei, P.Y., Hu, W., Song, M. and Mary, G., 2015. Optimization and lipid production enhancement of microalga culture by efficiently changing the conditions along with the growth-state. *Energy Conversion and Management*, 90, 315-322. DOI: 10.1016/j.enconman.2014.11.032

Kothari, R., Pathak, V., Kumar, V. and Singh, D., 2015. Experimental study for growth potential of unicellular alga *Chlorella pyrenoidosa* on dairy waste water: An integrated approach for treatment and biofuel production. *Bioresource Technology*, 116, 466-470. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.03.121

Lim, S., Chu, W. and Phang, S., 2010. Use of *Chlorella vulgaris* for bioremediation of textile wastewater. *Bioresource Technology*, 101, 7314–7322. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.04.092

Molazadeh, M., Ahmadzadeh, H., Pourianfar, H.R., Lyon, S. and Rampelotto, P.H., 2019. The use of microalgae for coupling wastewater treatment with CO2 biofixation. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 7, 1-42. DOI: 10.3389/fbioe.2019.00042

Ruiz, A., Mendoza-Espinosa, L. and Stephenson, T., 2010. Growth and nutrient removal in free and immobilized green algae in batch and semi-continuous cultures treating real wastewater. *Bioresource Technology*, 101, 58-64. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.02.076

Saamori, G., Samori, C., Guerrini, F. and Pistocchi, R., 2013. Growth and nitrogen removal capacity of Desmodesmus communis and of a natural microalgae consortium in a batch culture system in view of urban wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 120, 98-109. DOI: 10.1016/j.watres.2012.11.006

Srimongkol, P., Sangtanoo, P., Songserm, P., Watsuntorn, W. and Karnchanatat, A., 2022. Microalgae-based wastewater treatment for developing economic and environmental

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

water footprint and nutrients balance. *Bioresource Technology*, 102, 159-65. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.07.017

Zhang, E., Wang, B., Ning, S., Sun, H., Yang, B., Jin, M. and Hou, L., 2012. Ammonia-nitrogen and orthophosphate removal by immobilized *Scenedesmus* sp. isolated from municipal wastewater for potential use in tertiary treatment. *African Journal of Biotechnology*, 11, 6529-6534. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.07.011

sustainability: Current status and future prospects. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1-18. DOI: 10.3389/fbioe.2022.904046

Wang, L., Min, M., Chen, P., Liu, Y. and Ruan, R., 2010. Cultivation of green algae *Chlorella* sp. in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Biochemistry and Biotechnology*, 162, 1174-1186. DOI: 10.1007/s12010-009-8866-7

Yang, J., Zhang, X. and Chen, Y., 2011. Life-cycle analysis on biodiesel production from microalgae:

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]

Biological wastewater treatment using with micro-algae

Nahavandi R.[1]; Tamadoni Jahromi S.[2]; Pazir M.Kh.[3]; Pourmozaffar S.[4*]

1-Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2-Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.
3-Iran Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Boushehr, Iran
4-Persian Gulf Mollusks Research Station, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e- Lengeh, Iran.

Abstract

Nutrients in wastewater enrich the environment and cause environmental problems in aquatic environments. Conventional wastewater treatment systems are not capable of removing phosphorus effectively. The entry of phosphorus into water resources leads to the formation of an Eutrophication phenomenon. Micro-algae have been more effective among the various methods used for the removing of nutrients from wastewater. Wastewater biological-treatment using algae to eliminate nitrogen and phosphor and produce oxygen for aerobic bacteria is a new trend that has drawn a great deal of attention. Using sunlight, microalgae consume nutrients in wastewater and convert them into useful biomasses. Wastewater biological-treatment using microalgae was studied. Treatment efficiency of micro-algae depends on the species, algae mass concentration, aeration level, and the optimal time to maximize algae activity on wastewater.

Keywords: Micro-algae, Waste water, Nutrient, Biological treatment

[Downloaded from ornamentalaquatics.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24234575.1402.10.3.5.7]