مجله علوم و فنون شیلات
دوره ۱۳ شماره ۲، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۴۱ تا ۵۴

بررسی امکان تصفیه پساب گاوداری با استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*)

جهانگیر فلامرزی[۱]، زهرا قاسمی[۲*]، محمدعلی نعمت اللهی[۳]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان
۲- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکـــیده

تصفیه پساب به‌وسیله ریزجلبک و استفاده مجدد از آن در جهت کاهش مصرف آب و حفظ منابع آبی مهم می‌باشد. در این مطالعه امکان پرورش ریزجلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) بر روی پساب گاوداری و امکان تصفیه پساب با استفاده از ریزجلبک بررسی شد. غلظت‌های متفاوت محیط کشت استاندارد (زاروک)– پساب به‌منظور بررسی رشد جلبک بر روی پساب و تعیین غلظت مناسب پساب– زاروک برای رشد بهینه استفاده شد. تیمار اول (T1) شامل ۱۰۰ درصد زاروک و بدون پساب، تیمار دوم(T2) شامل ۷۵ درصد زاروک و ۲۵ درصد پساب، تیمار سوم (T3) شامل ۵۰ درصد زاروک و ۵۰ درصد پساب، تیمار چهارم (T4) شامل ۲۵ درصد زاروک و ۷۵ درصد پساب و تیمار پنجم (T5) شامل ۱۰۰ درصد پساب بدون زاروک بود. تیمارهایی که مقادیر بیشتری زاروک به نسبت پساب داشتند، رشد بهتری نشان دادند و آنها که غلظت پساب بیشتری داشتند غالباً رشد به نسبت کمتری از زیست تودهٔ جلبک در طول دورهٔ یک ماهه کشت نشان دادند. نتایج نشان‌دهنده رشد بالای جلبک بر روی پساب غلیظ بود. تیمار T1 با ۰/۳۴ و T2 با ۰/۳ گرم بر لیتر زیست تودهٔ خشک دارای بیشترین میزان زیست توده از ریزجلبک بودند. تیمارهای T_1،T_2،T_4،T_3 و T_5 به ترتیب دارای بیشترین تا کمترین میزان تولید رنگدانه فیکوسیانین بودند. بیشترین حذف نیترات مربوط به T_5 و T_4 به ترتیب با ۸۲/۵۷ و ۷۸/۲۱ درصد و کمترین میزان حذف نیترات هم مربوط به T_1 و T_2 به ترتیب با ۵۷/۱۷ و ۷۰/۹۴ درصد بعد از ۲۰ روز بود. بیشترین میزان حذف فسفات مربوط به T_1 و T_2 به ترتیب با ۹۴ و ۹۲/۱۱ درصد و کمترین میزان حذف فسفات هم مربوط به T_4 با ۸۴ درصد بود. نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده پتانسیل بالای ریزجلبک *A. platensis* در تصفیه پساب دامی می باشد.

کـــلید واژه‌ها: زیست‌توده جلبک، پساب دامی، تولید رنگدانه، حذف نیترات.

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۵
تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰

***نویسنده مسول:**
z.ghasemi@hormozgan.ac.ir

مقدمه

پساب دامداری‌ها عمدتاً غنی از نیترات و فسفات می‌باشد که وارد چرخه محیط‌زیست می‌گردد. بازیابی منابع موجود در پساب دامی مانند آب، ترکیبات آلی و مواد مغذی، برای ترویج رویکرد اقتصاد زیستی و جلوگیری از بهره برداری بیش از حد از منابع طبیعی و آلودگی منابع آب ضروری است [۱]. این گونه پساب ها دارای ترکیبات شیمیایی و حتی سمّی هستند که نباید مستقیماً در منابع آبی تخلیه گردند و می بایست قبل از آن، مطابق با استانداردها، پساب‌های خروجی را تصفیه نمود. چنانچه پساب دامپروری‌ها به‌خوبی مدیریت نگردند آلاینده‌های ناشی از آن‌ها از طریق روان آب‌ها وارد منابع آب می‌گردند و اینجاست که لزوم تصفیهٔ پساب دامپروری آشکار می گردد [۲]. روش‌های شیمیایی و فیزیکی زیادی برای از بین بردن یا کاهش عناصر و آلاینده‌های آب خصوصاً فسفر و نیتروژن وجود دارد، اما هزینه بالای اجرای این روش ها سبب گردیده تا تحقیقات در زمینه زیست فناوری با کمک ریزجلبک‌ها به‌عنوان فیلترهای زیستی با راندمان بالا و حداقل هزینهٔ اجرا از اهمیت زیادی برخوردار گردد. در زیست فناوری استفاده از ریزجلبک به عنوان فیلترهای زیستی، علاوه بر کاهش قابل‌توجه آلاینده‌های موجود در محیط آبی خصوصاً ترکیبات نیتروژنه و فسفر و عناصر سنگین، از زیست‌توده حاصل از ریزجلبک‌ها در جهت تولید بیودیزل و یا ترکیبات بیوشیمیایی با کاربردهای متنوع استفاده می گردد [۳].

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

ریزجلبک ها نسبت به غلظت های بالای آمونیوم مقاوم هستند که به آنها توانایی رشد در پساب هایی مانند پساب دامی را می دهد. پساب دامی را می‌توان به عنوان یک جایگزین پایدار برای تامین مواد مغذی مورد نیاز ریزجلبک ها برای رشد در نظر گرفت [۴]. بنابراین، تصفیه پساب مبتنی بر ریزجلبک به عنوان یک روش امیدوارکننده برای تصفیه پساب دامی مورد توجه قرار گرفته است [۵، ۶]. در این روش، نیتروژن و فسفر موجود در پساب دامی با نیاز به انرژی کم به دلیل فعالیت فتوسنتزی ریزجلبک ها حذف می‌گردد و در نتیجه می تواند مقادیر زیادی CO_2 را از جو تثبیت کند. این روش در مقایسه با انعقاد/لخته‌سازی که روش‌های رایج تصفیه پساب دامی هستند، به مصرف آب، انرژی و هزینه‌های عملیاتی کمتری نیاز دارد در حالی که پتانسیل بازیابی مواد مغذی را دارد [۷، ۸، ۹]. علاوه بر این، جذب همزمان نیتروژن و فسفر در این روش را می توان در یک مرحله به وسیله ریزجلبک ها انجام داد، برخلاف روش های فیزیکوشیمیایی که در آن نیتروژن و فسفر باید با استفاده از دو فرآیند جداگانه از پساب حذف شوند (نیتروژن از طریق نیتریفیکاسیون- نیترات زدایی به گاز تبدیل می شود، در حالیکه فسفر با استفاده از نمک های فلزی رسوب می کند) [۱۰، ۱۱].

اسپیرولینا (*Arthrospira platensis*) ریزجلبک رشته‌ای و معلق در آب بوده و ساختاری استوانه‌ای و مارپیچ دارد و در زیستگاه‌های مختلف آب شیرین و شور زندگی می‌کند. ریزجلبک‌ها می‌توانند از نیتروژن، فسفر و دیگر مواد مغذی موجود در پساب برای افزایش تعداد سلول‌هایشان بهره بگیرند [۱۲]. در حال حاضر و بر اساس منابع موجود دو گونه جلبک از جنس اسپیرولینا شامل *Arthrospira maxima* و *Arthrospira plantensis* با استفاده از محیط کشت پساب خانگی و آب دریای غنی شده در کشورهایی چون هند، مکزیک، شیلی، الجزایر، چاد، تایلند، تایوان، ایتالیا تولید می‌شوند. در مطالعه ای در سال ۱۳۹۸ از پساب تصفیه‌خانه پساب شهری و پساب تصفیه‌شده سرویس بهداشتی به‌عنوان محیط کشت در تولید ریزجلبک اسپیرولینا استفاده شد. در کشت با پساب شهری در مدت ۸ روز ۳۷ درصد فسفر حذف شد و با کاهش غلظت فسفر در پساب، میزان زیست‌توده و درصد حذف فسفر کاهش یافت [۳]. در مطالعه‌ای دیگر ریزجلبک‌های کلرلا ولگاریس و اسپیرولینا برای حذف فسفات از از پساب شهری طی دوره‌ی ۸ روزه پرورش داده شدند و درصد حذف فسفات توسط کلرلا به ترتیب ۲۴/۴۵، ۳۸/۰۱، ۴۰/۶۵ و ۷۲/۲۱ درصد و توسط اسپیرولینا به ترتیب ۱۰/۴۴، ۲۰/۰۱، ۲۰/۱۳ و ۴۲/۱۹ درصد برای روزهای ۱، ۴، ۶ و ۸ بود و با افزایش رشد ریزجلبک‌ها فسفات بیشتری حذف شد [۱۳]. تحقیق دیگری بر روی ریزجلبک *Scenedesmus obliquus* در حذف فسفات از پساب پرورش میگوی گمیشان در یک دوره ۱۰ روزه صورت گرفت. نتایج نشان داد که میزان مادهٔ خشک و کلروفیل در طول دوره افزایش معنی‌داری پیدا نموده است و میزان فسفات P و PO_4 کاهش معنی‌داری نشان دادند [۱۴]. در مطالعه دیگر توانایی ریزجلبک اسپیرولینا در تصفیه پساب صنایع لبنی و حذف مواد مغذی همراه با تولید بیومس مورد بررسی قرار گرفت و دو غلظت از ریزجلبک اسپیرولینا (۰/۰۵۱ و ۰/۱ گرم بر لیتر) در سه رقت (۲۵ و ۵۰ و ۷۵ درصد) پساب لبنی کشت داده شد. بالاترین درصد حذف نیترات، فسفات، آمونیاک به ترتیب ۹۹/۸۵، ۸۲/۶، ۹۹/۸۳ درصد و حداکثر میزان بیومس ۰/۰۱ +۱/۶۹ گرم بر لیتر در رقت ۲۵ درصد پساب به دست آمد. همراه با کاهش درصد رقیق سازی پساب صنایع لبنی و افزایش میزان مواد مغذی در دسترس ریزجلبک مقادیر بیشتری از مواد مغذی حذف شدند و میزان نیترات و آمونیاک تقریباً به حذف ۱۰۰ درصد رسید و مقادیر بیومس افزایش یافت [۱۵]. در سال ۲۰۱۰ از گونهٔ اسپیرولینا برای تصفیهٔ پساب خوکی استفاده شد. نتایج نشان داد که رقیق‌سازی بالابرای فرآیند رشد جلبک در پساب خوکی لازم است، زیرا جلبک به دلیل مقادیر زیاد مواد در پساب و مقادیر زیاد رنگ، کدورت و تیرگی که بر روی فتوسنتز جلبک اثر منفی می‌گذارد قادر به سازش با محیط نمی‌باشد. درصد حذف فسفات و نیتروژن به ترتیب ۹۶ و ۸۷ درصد در پساب ۱۰ درصد رقیق شده خوکی به‌دست آمد [۱۶].

در مطالعه‌ای دیگر، اسپیرولینا در محیط حاوی فضولات مرغ خانگی و ماکیان به‌عنوان سوبسترا به‌طور موفقیت‌آمیزی کشت داده شد. بعد از دو هفته از سیکل رشد، مقدار بیومس خشک اسپیرولینا حدود ۱/۳ گرم بر لیتر به‌دست آمد. نتایج نشان داد که فضولات مرغ و ماکیان پتانسیل بالایی برای کشت تجاری اسپیرولینا دارند و کودهای مرغی و ماکیان را می‌توان به‌صورت تجاری به عنوان مکمل به محیط کشت اسپیرولینا افزود [۱۷].

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

مطالعه دیگری که بر روی تصفیهٔ پساب حوضچهٔ کشت تیلاپیا صورت گرفت، از پساب حوضچهٔ ماهی به دلیل مقادیر بالای فسفر و نیتروژن برای بهبود رشد ریزجلبک‌ها استفاده شد و زیست‌توده به دست آمده برای تولید بیواتانول مورد استفاده قرار گرفت [۱۸].

علی رغم کاربرد وسیع ریزجلبک‌ها در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی، یکی از مشکلات تولید انبوه آنها، هزینه بالای کشت است که می‌توان با کشت ریزجلبک‌ها در پساب که به طور گسترده در دسترس هستند کاهش داد و در عین حال می‌توان منجر به پاکسازی پساب‌ها شد با توجه به بررسی مطالعات انجام شده، تاکنون مطالعه‌ای در مورد پرورش ریزجلبک اسپیرولینا در پساب گاوداری و استفاده از این ریزجلبک برای تصفیه این نوع پساب انجام نشده است. لذا در این مطالعه کشت ریزجلبک اسپیرولینا در پساب گاوداری با هدف بررسی خصوصیات ریزجلبک پرورش یافته در مقایسه با محیط کشت استاندار زاروک و همچنین قابلیت ریزجلبک در حذف فسفات و نیترات از پساب انجام شد.

مواد و روشها

کشت ریزجلبک

استوک خالص ریزجلبک اسپیرولینا از پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در کرج تهیه شد و در ارلن مایرهای با حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر با دمای ۱±۳۱ درجه سانتی گراد حاوی محیط کشت زاروک، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و هوادهی مناسب کشت داده شد.

تهیه پساب و تیمارهای آزمایش

پساب گاوداری مورد استفاده در این تحقیق از ایستگاه دامی دانشگاه تهران و آخرین خروجی پساب دامداری تهیه‌شد. پساب پس از انتقال به آزمایشگاه، به‌منظور صاف شدن و جدا شدن مواد اضافی، از کاغذ صافی در دو مرحله عبور داده شد تا یک پساب صاف‌شده تهیه شد. به منظور جلوگیری از تداخل سایر میکروارگانیسم‌های موجود در پساب و حذف هر گونه آلودگی میکروبی، پساب صاف‌شده با استفاده از دستگاه اتوکلاو با فشار ۱/۵ بار به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد استریل گردید. سپس به منظور بررسی میزان توانایی ریزجلبک اسپیرولینا در حذف آلاینده‌ها و نیز به‌منظور بررسی میزان رشد ریزجلبک بر روی آن، ریزجلبک اسپیرولینا در محیط کشت ترکیبی کشت داده شد. محیط‌های کشت ترکیبی شامل ۵ تیمار و هر تیمار شامل ۳ تکرار بود (جدول ۱). به هرکدام از تیمارها و تکرارهای مربوطه به میزان ۱۵۰ سی‌سی استوک خالص ریزجلبک اسپیرولینا تلقیح گردید. نمونه‌برداری از هر تیمار در فواصل زمانی هر ۴۸ ساعت یکبار به مدت ۳۰ روز انجام شد.

جدول ۱. نسبت های مختلف محیط کشت و پساب برای کشت ریزجلبک اسپیرولینا

تیمار	مقدار پساب (درصد)	مقدار محیط کشت زاروک (درصد)
T1	۰	۱۰۰
T2	۲۵	۷۵
T3	۵۰	۵۰
T4	۵	۲۵
T5	۱۰۰	۰

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

آنالیز ترکیبات ریزجلبک

برای اندازه‌گیری وزن خشک زیست‌توده، جداسازی زیست‌تودهٔ جلبکی با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۶۰۰ دور در دقیقه انجام شد. زیست‌توده و مایع رویی حاصله از هرکدام از نمونه‌ها به‌طور جداگانه و در ظروف مجزا قرارگرفته و برای سنجش‌های بعدی جداسازی گردید. زیست‌تودهٔ تفکیک‌شده از مایع رویی، از کاغذ صافی عبور داده شد تا آب آن گرفته شد و زیست‌تودهٔ تر همراه با کاغذ صافی دربرگیرندهٔ آن در کاغذ آلومینیومی پیچانده شده و سپس در آون به مدت ۶ ساعت با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از اطمینان از خشک شدن کامل زیست‌توده و کاغذ دربرگیرندهٔ آن، وزن‌کشی زیست‌توده خشک با استفاده از ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) صورت گرفته و در نهایت وزن زیست‌تودهٔ خشک هر کدام از تیمارها و تکرارهای آن‌ها با استفاده از معادله (۱) به دست آمد. در این معادله W_1 وزن اولیه کاغذ صافی برحسب گرم، W_2 وزن ثانویه کاغذ صافی حاوی ریزجلبک برحسب گرم و V حجم نمونه برداشت شده برحسب میلی‌لیتر است [۱۹].

معادله (۱) $$\text{وزن خشک ریزجلبک } (g.L^{-1}) = (W_2 - W_{1)}/\mathrm{V}$$

برای اندازه گیری میزان رنگدانهٔ فیکوسیانین، مقدار ۰/۱ گرم از زیست تودهٔ خشک شده با ۳ میلی‌لیتر از بافر سدیم فسفات ترکیب شد و به مدت یک ساعت توسط همزن مخلوط گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۲۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ شدند، سپس مقدار ۲ میلی‌لیتر از مایع رویی هر نمونه توسط سمپلر در چاهک‌های پلیت ریخته شد و میزان جذب آن در طول موج‌های ۶۱۵ و ۶۵۲ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر ثبت شد. محتوای رنگدانهٔ فیکوسیانین بااستفاده از معادله (۲) بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر محاسبه شد. در این معادله، OD_{620} چگالی نوری نمونه در طول موج ۶۲۰ نانومتر و OD_{650} چگالی نوری نمونه در طول موج ۶۵۰ نانومتر است.

معادله (۲) $$\text{محتوای فیکوسیانین } (\mu g.mL^{-1}) = (OD_{620} - 0.7OD_{650})/7.38$$

برای اندازه‌گیری نیترات، به هر ۱۰ میلی لیتر مایع رویی استخراج‌شده از هر نمونه، مقدار ۱۰ میلی لیتر از محلول اسیدسولفوریک غلیظ، به همراه ۲ میلی‌لیتر محلول اشباع کلرید سدیم افزوده شد و به این ترکیب، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول اسید بروسین سولفانیلیک افزوده شد. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در بن ماری قرار گرفت، سپس در دمای اتاق خنک شدند و میزان جذب هر نمونه در طول موج ۴۱۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر ثبت شد [۲۰].

برای اندازه‌گیری فسفات، ابتدا مقدار ۱۰ گرم مولیبدات آمونیوم در ۷۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و مقدار ۱۱۲ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به ۱۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد. به محلول به‌دست‌آمده فرصت داده شد تا ترکیب حاصل سرد شود و سپس محلول مولیبدات آمونیوم به محلول فوق اضافه شد و حجم ترکیب حاصل به ۴۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. همچنین مقدار ۱ گرم کلرید قلع به ۴۰ میلی‌لیتر گلیسرول افزوده شد. در مرحلهٔ بعد مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از هر نمونه به میزان ۰/۴ میلی‌لیتر محلول مولیبدات آمونیوم افزوده شد و نمونه تکان داده شد. سپس مقدار ۰/۰۵ میلی‌لیتر از کلرید قلع به هر نمونه افزوده شد و نمونه مجدد به‌خوبی تکان داده شد و در نهایت میزان جذب هر نمونه در طول موج ۶۹۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر ثبت شد [۲۰].

آنالیز آماری

در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS 16 و به منظور رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن در سطح ۹۵ درصد برای مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی در بین تیمارها و بررسی وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها استفاده گردید.

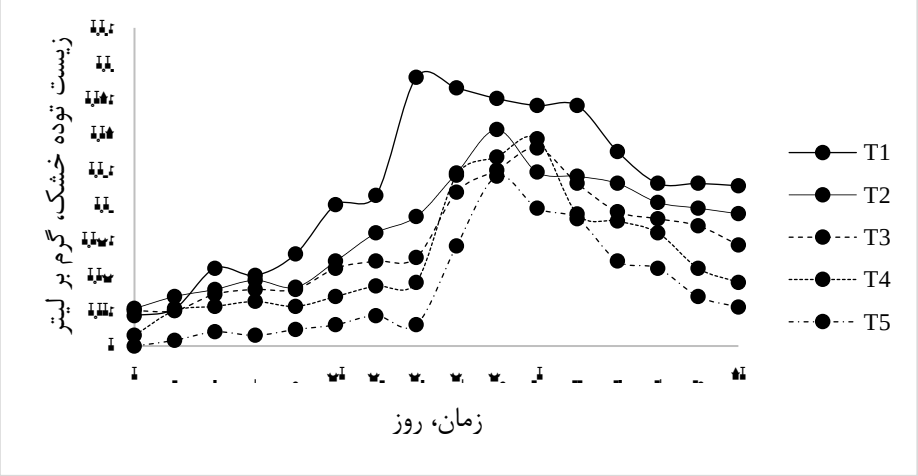
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

نتایج

تولید زیست توده خشک ریزجلبک اسپیرولینا بر روی پساب گاوداری

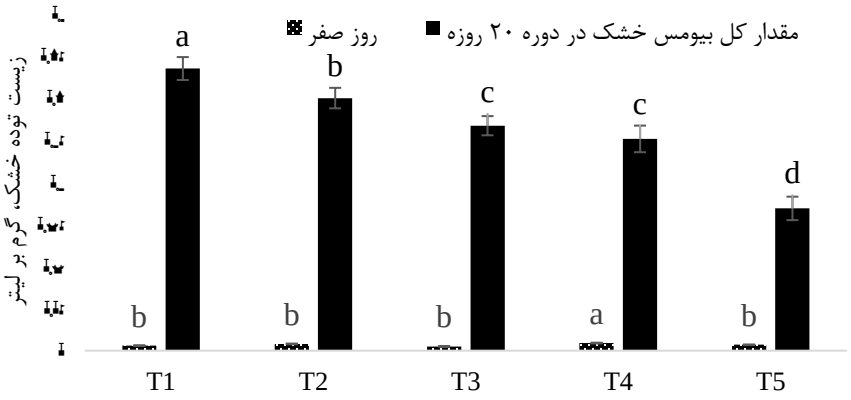
شکل ۱ نمودار مقدار زیست توده خشک ریزجلبک اسپیرولینا در دوره ۳۰ روزه را نشان می‌دهد. بررسی امکان تولید و میزان تولید زیست توده ریزجلبک اسپیرولینا برروی پساب گاوداری نشان داد که کشت ریزجلبک اسپیرولینا بر روی پساب امکان پذیر بوده و حتی شاید بتوان به تولید در مقادیر بالای ریزجلبک برروی پساب امیدوار بود. تمامی تیمارهای ۵ گانه از توانایی و پتانسیل نسبتاً بالایی در تولید زیست توده ریزجلبک برخوردار بودند و تیمارهای T_2 ، T_3 ، T_4 و T_5 به ترتیب با ۶۷/۸۸، ۵۷/۵۳، ۵۳/۳۷ و ۳۷ درصد کارایی به نسبت تیمار T_1 دارای توانایی و کارایی نسبتاً بالایی برای تولید زیست توده ریزجلبک بودند.

بیشترین میزان تولید و رشد زیست توده برای تیمارهای مختلف T_1 تا T_5 در روزهای چهاردهم تا بیست و چهارم کشت ریزجلبک بر روی محیط کشت ترکیبی زاروک – پساب به‌دست آمد و کمترین میزان تولید هم مربوط به روز نخست سنجش و کشت ریزجلبک برروی محیط ترکیبی زاروک – پساب بود. تیمارهای T_1 تا T_5 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان تولید زیست توده خشک ریزجلبک در طول دوره کشت بودند و میزان تولید زیست توده خشک به ترتیب به صورت $T_1 > T_2 > T_3 \quad T_4 > T_5$ بود. شکل ۲ نمودار مقدار کل زیست توده خشک در تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز را نشان می‌دهد. مقدار زیست توده خشک در تیمارهای T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5 به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۳۰، ۰/۲۷، ۰/۲۵ و ۰/۱۷ گرم بر لیتر به‌دست آمد.



شکل ۱. نمودار زیست توده خشک ریزجلبک اسپیرولینا در تیمارهای مختلف

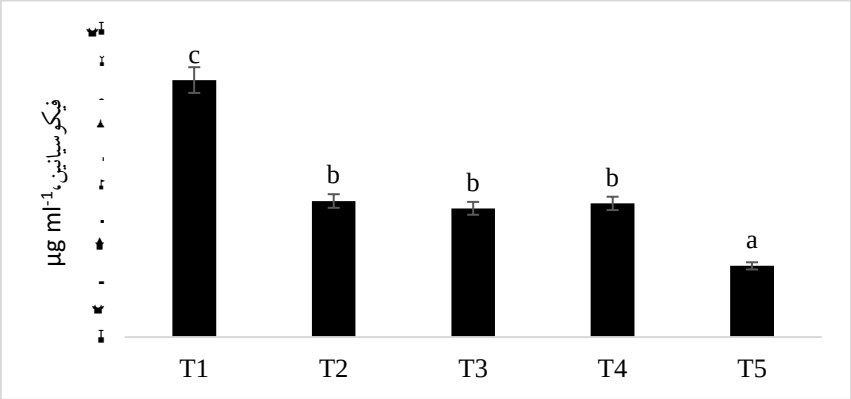
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]



شکل ۲. نمودار مقدار کل زیست توده خشک در تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز

سنجش میزان تولید رنگدانه فیکوسیانین در ریزجلبک اسپیرولینا

شکل ۳ نمودار محتوای فیکوسیانین ریزجلبک اسپیرولینا بعد از ۲۰ روز را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از سنجش میزان تولید رنگدانه فیکوسیانین در طول دوره ۲۰ روزه کشت ریزجلبک بر روی محیط ترکیبی زاروک – پساب نشان داد که امکان تولید رنگدانه فیکوسیانین در ریزجلبک اسپیرولینا در تمامی تیمارهای پنجگانه وجود دارد. تیمارهای T_2 ، T_3 ، T_4 و T_5 هرکدام به ترتیب با ۵۲/۹۴، ۴۹/۴۱، ۵۰/۵۸ و ۲۵/۸۸ درصد کارایی به نسب تیمار T_1، دارای بالاترین تا پایین ترین کارایی و توانایی در تولید رنگدانه فیکوسیانین در ریزجلبک اسپیرولینا بودند.

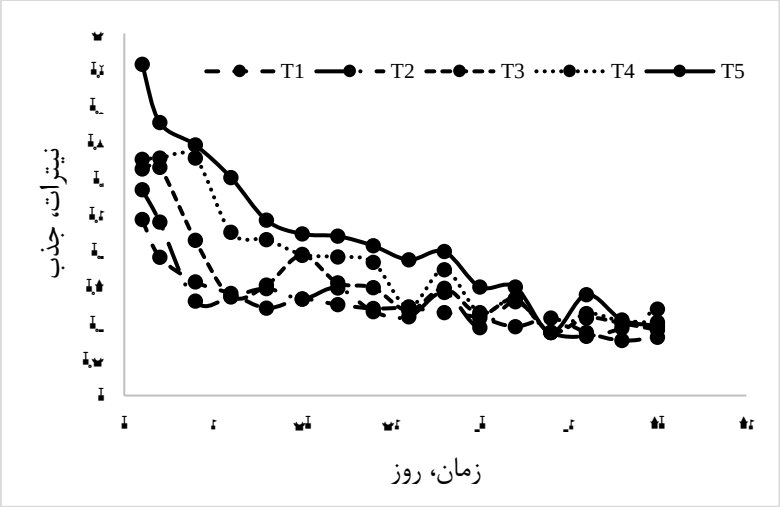


شکل ۳. محتوای فیکوسیانین ریزجلبک اسپیرولینا بعد از ۲۰ روز در تیمارهای مختلف

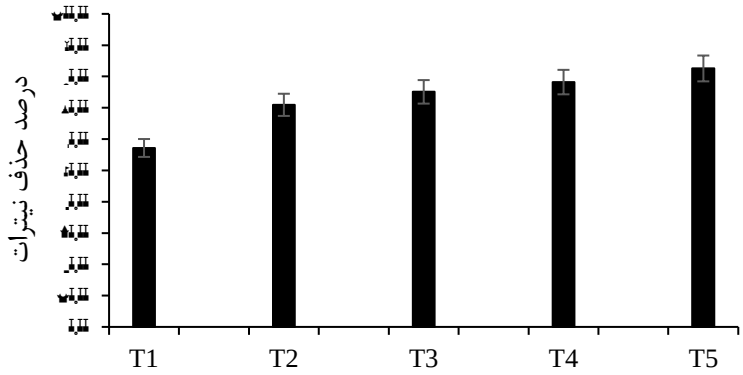
میزان حذف نیترات از پساب گاوداری توسط ریزجلبک اسپیرولینا

به طور کلی تمامی تیمارهای پنجگانه قادر به حذف نیترات از پساب بوده و مشخص گردید تیمارهای T_5 ، T_4 ، T_3 ، T_2 و T_1 به ترتیب با ۸۲/۵۷ ، ۷۸/۲۱، ۷۵/۱۰، ۷۰/۹۴ و ۵۷/۱۷ درصد، موفق به حذف نیترات از پساب شدند. شکل ۴ نمودار مقایسه میزان نیترات موجود در پساب تیمارهای مختلف در طول زمان و شکل ۵ نمودار مقایسه درصد حذف نیترات موجود در پساب تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز را نشان می‌دهد. مشخص گردید کارایی تیمار T_4 برابر ۹۴/۷ درصد، کارایی تیمار T_3 برابر ۹۰/۹۵ درصد، کارایی تیمار T_2 برابر ۸۵/۹۱ درصد و در نهایت کارایی تیمار T_1 برابر ۶۹/۲۳ درصد به نسبت تیمار T_5 بود.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]



شکل ۴. مقایسه میزان نیترات موجود در پساب تیمارهای مختلف در طول زمان

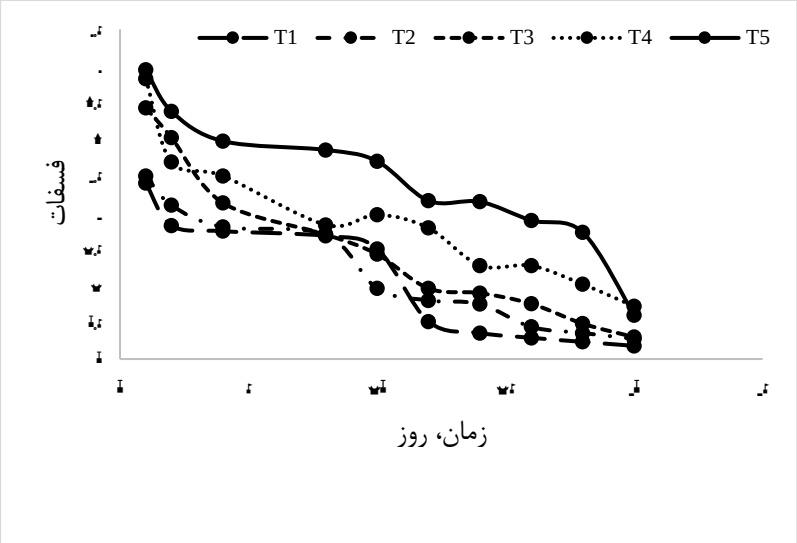


شکل ۵. مقایسه درصد حذف نیترات موجود در پساب تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز

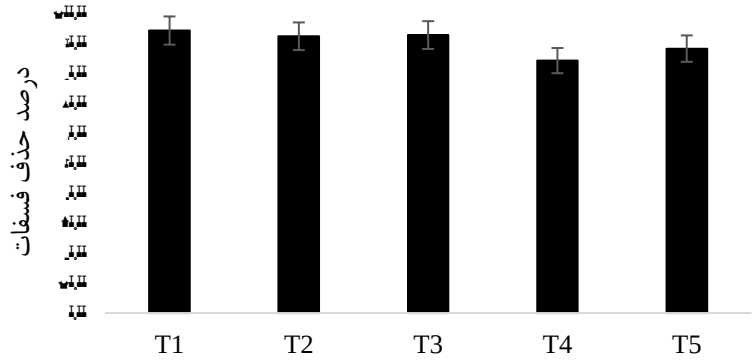
میزان حذف فسفات از پساب گاوداری توسط ریزجلبک اسپیرولینا

شکل ۶ نمودار مقایسه میزان فسفات موجود در پساب تیمارهای مختلف در طول زمان را نشان می‌دهد. تمامی تیمارها قادر به حذف فسفات از پساب بودند و بیشترین تا کمترین میزان حذف فسفات از پساب گاوداری به ترتیب به صورت $T_1 > T_2 > T_3 > T_4 > T_5$ بود. تیمارهای T_1 ، T_2 ، T_3 ، T_4 و T_5 به ترتیب توانستند ۹۴/۰۰، ۹۲/۱۱، ۹۲/۵۰، ۸۴/۰۰ و ۸۸/۰۰ درصد فسفات را از پساب گاوداری حذف نمایند. شکل ۷ نمودار مقایسه درصد حذف فسفات موجود در پساب تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز را نشان می‌دهد. کارایی تیمارهای T_2 ، T_3 ، T_4 ، T_5 به ترتیب ۹۸/۰۰، ۹۸/۴۰، ۸۹/۳۶ و ۹۳/۶۲ درصد به نسبت تیمار T_1 بود. نتایج کلی نشان داد که تمامی تیمارهای پنج‌گانه کارایی بالایی در حذف فسفات از پساب دارند.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]



شکل ۶. مقایسه میزان فسفات موجود در پساب تیمارهای مختلف در طول زمان



شکل ۷. مقایسه درصد حذف فسفات موجود در پساب تیمارهای مختلف بعد از ۲۰ روز

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر بیشترین وزن خشک سلولی مربوط به تیمار شاهد (T_1) با صد درصد محیط کشت استاندارد و بدون هیچگونه پساب) بود و این تیمار از نظر وزن خشک و تعداد سلول تفاوت قابل ملاحظه ای با تیمارهای دیگر داشت و رشد نسبتاً بالاتری در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد. البته بررسی امکان تولید و میزان تولید زیست توده ریزجلبک اسپیرولینا برروی پساب گاوداری و تیمارهای مختلف حاصل از ترکیب پساب با محیط کشت زاروک نشان داد که مقدار زیست توده خشک در تیمارهای T_2، T_3، T_4 و T_5 به ترتیب ۹۱، ۸۲، ۷۶ و ۵۲ درصد T_1 بود. بنابراین تمامی تیمارهای ۵ گانه از توانایی و پتانسیل بالایی در تولید زیست توده ریزجلبک اسپیرولینا برخوردار بوده و می‌توان به تولید در مقادیر بالای ریزجلبک برروی پساب امیدوار بود.

در تحقیقی که به منظور تصفیه پساب صنایع لبنی با استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا صورت گرفت [۱۵]، حداکثر میزان زیست توده تولیدی مربوط به رقت ۲۵ درصد (غلظت ۷۵ درصد پساب) بود، ولی در مطالعه حاضر حداکثر مقدار زیست توده مربوط به تیمار T_1 و T_2 با غلظت صفر و ۲۵ درصد پساب بود. این اختلاف را می‌توان به اختلاف در نوع پساب نسبت داد. در تحقیقی که بر روی حذف نیتروژن از پساب واحد آمونیاک‌سازی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

با استفاده از دو ریزجلبک اسپیرولینا و کلرلا ولگاریس صورت گرفت، تأثیر میزان رقیق سازی پساب و میزان ریز مغذی ها در واحد حجم پساب بر مقدار زیست توده تولیدی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسپیرولینا نسبت به کلرلا ولگاریس به میزان بیشتری توانمند است که در غلظت بالا از نیتروژن رشد کند، همچنین بیشینه زیست توده تولیدی در ۱ درصد رقیق سازی برای کلرلا ولگاریس و ۳ درصد رقیق سازی برای اسپیرولینا به‌دست آمد. کلرلا ولگاریس توانست تا ۵۵ درصد از نیتروژن را از پساب حذف نماید درحالیکه مقدار حذف نیتروژن برای ریزجلبک اسپیرولینا ۹۶ درصد بود [۲۱]. بالاترین میزان رشد کلرلا ولگاریس و تولید زیست توده در مطالعه حاضر در روز چهاردهم کشت و برای رقیق سازی ۱ درصد اتفاق افتاد. برای اسپیرولینا بالاترین میزان رشد و مقدار زیست توده در رقت ۳، ۵ و در نهایت رقت ۱ درصد در روز چهاردهم کشت، اتفاق افتاد. یعنی اسپیرولینا در یک بازه زمانی طولانی تر (روز چهاردهم کشت) در رقت های بالاتر (غلظت کم تر پساب) توانست نسبت به کلرلا ولگاریس و نیز نسبت به بازه زمانی ۶ روزه کشت، میزان بیشتری زیست توده تولید کند. در مجموع مطالعه گذشته نشان داد که در رقت های پایین تر (غلظت های بالای پساب) در یک بازه زمانی کوتاه (۱ تا ۶ روز) رشد اسپیرولینا و کلرلا بسیار بالا بود و در بازه زمانی طولانی تر چهارده روزه، خصوصاً در مورد اسپیرولینا رقت بالاتر باعث رشد بیشتر و مقدار زیست توده بیشتر و زیست توده تولیدی بالاتری برای ریزجلبک گردید [۲۱].

در تحقیق حاضر نیز در یک بازه زمانی ۳۰ روزه کشت، بیشترین میزان زیست توده تولیدی ریزجلبک اسپیرولینا مربوط به تیمار T_1 تیمار بدون پساب و پس از آن تیمار T_2 با ۲۵ درصد پساب و ۷۵ درصد محیط کشت استاندارد بود و با افزایش غلظت و کاهش میزان رقت پساب، میزان زیست توده تولیدی بر روی پساب کاهش یافت.

در مطالعه دیگر که بر روی ریزجلبک اسپیرولینا با استفاده از پساب تصفیه شده خوکی در رقت های ۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد انجام گرفت نتایج نشان داد که مناسب ترین رقت برای $NaNO_3$ و $NaHNO_3$، رقت ۱۰ درصد پساب گزارش شد [۱۶]. در همین مطالعه عنوان گردید که بالاترین و بیشترین میزان زیست پالایی و تصفیه پساب هم بعد از ۱۲ روز اتفاق افتاد و میزان حذف NO_3 (نیترات) در این مطالعه ۴۹ درصد بود و برای فسفات بالاترین میزان حذف حدود ۹۲ درصد به‌دست آمد. رشد ریزجلبک اسپیرولینا در غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر نیتروژن آمونیاکی در حد ماکزیمم و بالاترین بود ولی زمانی که این میزان نیتروژن آمونیاکی به ۵۰ میلی گرم در لیتر افزایش پیدا کرد و غلظت بالا رفت رشد اسپیرولینا کاهش پیدا کرد و وقتی این غلظت به ۹۰ میلی گرم بر لیتر رسید جلبک از بین رفت [۱۶]. وقوع این نتیجه را می‌توان چنین توجیه نمود که از یک میزان کم ریز مغذی (رقت های بالا) تا یک حد مشخص و معین از غلظت ریز مغذی ها در پساب (رقت های پایین تر) به تدریج با افزایش غلظت ریز معذی ها، میزان رشد زیست توده به دلیل برخورداری بیشتر از منابع غذایی و ریز مغذی ها بالاتر می رود ولی از یک میزان و مقدار بالاتر ریز مغذی (مثلاً در تحقیق یاد شده بالاتر از ۵۰ میلی گرم بر لیتر نیتروژن آمونیاکی)، افزایش غلظت ریز مغذی ها نه تنها تأثیری در افزایش رشدزیست توده و تولید زیست توده جلبکی نداشته، بلکه باعث کاهش رشد و در غلظت های بالاتر ۹۰ میلی گرم در لیتر (نیتروژن آمونیاکی) باعث مرگ ریزجلبک به دلیل ایجاد سمیت در غلظت های بالا شده است و اثر معکوس در رشد زیست توده و تولید زیست توده جلبکی داشته است.

فایکوبیلی پروتئین ها رنگدانه های جانبی هستند که محل ذخیره پروتئین، اسیدهای آمینه سیانو باکتری ها، ردوفیت و برخی از گونه های کریپتوفیت ها محسوب می شوند و در فرآیند انتقالی انرژی بسیار تأثیر گذارند. این پروتئین ها مسئولیت دریافت بیش از ۵۰ درصد نور دریافتی را در سیانو باکتری ها و جلبک‌های قرمز عهده دار هستند. این پروتئین ها در ساختار پیچیده ای بنام فایکوبیلوزوم ها[1] که به سطح بیرونی غشای تیلاکوئید متصل هستند جمع می شوند، زیرا کلروفیل قادر به جذب نور فقط در ناحیه دریافت نور است. این انرژی به مراکز داخلی جهت انجام عمل فتوسنتز انتقال داده می شود و در نتیجه عمل فتوسنتز رخ می دهد. سه گروه اصلی فایکوبیلی پروتئین‌ها عبارتند از فایکوسیانین ها،

[1] Phycobilisome

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

آلوفایکوسیانین ها و فایکوارتیرین ها. از آنجا که فایکو بیلی پروتئین ها محدود به سیانو باکتری ها و چند کلاس جلبک های یوکا ریوتی هستند می توان از آنها برای تشخیص این گونه ها استفاده کرد.

در ارتباط با رنگدانه فیکوسیانین می توان آن را از سیانو باکتری هایی مانند اسپیرولینا استخراج کرد که دارای کاربرد تجاری در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی آرایشی – بهداشتی است که به عنوان یک رنگدانه آبی مورد استفاده قرار می گیرد [۲۲]. فایکوسیانین نقش ضد اکسیدانی در برابر پراکسیداسیون چربی های کبدی و همچنین کمک به محافظت از کبد ایفا می کند. در مطالعه حاضر هم بیشترین مقدار تولید فیکوسیانین مربوط به محیط کشت استاندارد (تیمار T_1) و کمترین میزان تولید رنگدانه فیکوسیانین مربوط به تیمار T_5 دارای محیط کشت صد درصد پساب بدون محیط کشت استاندارد بود. می توان بالا بودن میزان تولید فیکوسیانین در T_1 نسبت به T_5 را به بالاتر بودن تولید زیست توده در T_1 به نسبت T_5 نسبت داد. همچنین می توان استدلال کرد که هرچه محیط کشت شفاف تر و روشن تر باشد (کشت T_1) به نسبت میزان نوررسانی به محیط کشت خصوصاً به مناطق تحتانی کشت بیشتر بوده و تولید رنگدانه فیکوسیانین در ریزجلبک بیشتر شده و هرچه میزان کدورت و آلودگی در محیط کشت بیشتر باشد (محیط کشت T_5 با صد درصد پساب بدون زاروک) این کدورت و آلودگی مانعی در رسیدن نور به قدر کافی به ریزجلبک بوده و رشد و تولید رنگیزه در ریزجلبک دچار اختلال گردیده است.

کارایی حذف مواد مغذی (یا آلاینده) از پساب توسط ریزجلبک ها بسته به ترکیب محیط کشت ریزجلبک و شرایط محیطی حاکم بر محیط کشت از قبیل غلظت اولیه مواد مغذی، شدت نور، نسبت نیتروژن به فسفر، دوره نوری (روشنایی – تاریکی) و گونه های ریزجلبک متفاوت است. در تحقیقی که به منظور تصفیه پساب صنایع لبنی با استفاده از ریزجلبک اسپیرولینا صورت گرفت، بالاترین درصد حذف فسفات، نیترات و آمونیاک مربوط به رقت ۲۵ درصد بود [۱۵]. در این مطالعه عنوان گردید که با کاهش درصد رقیق سازی پساب صنایع لبنی و افزایش ریز مغذی های در دسترس جلبک، مواد بیشتری از مواد مغذی حذف شد و میزان حذف ریز مغذی ها از پساب ارتباط مستقیمی با میزان این ریز مغذی ها در پساب داشت. بالاترین مقدار حذف نیترات (۹۹/۸۵ درصد) و فسفات (۹۹/۸۳ درصد) در رقت ۲۵ درصد به‌دست آمد. در مطالعه حاضر هم میزان جذب نیترات از پساب با افزایش غلظت ریز مغذی ها در پساب، در تیمار T_5 به حدود ۸۲/۵۷ درصد رسیدکه ماکزیمم جذب نیترات از پساب گاوداری در دوره ۲۰ روزه کشت ریزجلبک بر روی پساب بود. در مطالعه پیشین گزارش شد که جلبک زمانی که نیترات را مورد استفاده قرار می دهد میزان آمونیاک در محیط کاهش یافته و برخی از آنزیم ها از قبیل نیترات ردوکتاز درجلبک احتیاج به زمان دارند تا ساخته شوند تا ریزجلبک بتواند از نیترات استفاده کند. سرعت ساخت این چنین آنزیم هایی (نیترات ردوکتاز) در تیمارهای غلیظ تر پساب به نسبت تیمارهای رقیق تر بیشتر بود [۱۶].

به طور کلی هم حذف آمونیاک و هم حذف نیترات در مطالعات قبلی در غلظت های بالای پساب و رقت های پایین تری به‌دست آمد [۱۵، ۱۶].

کاهش مقدار نیترات در پساب تا حدود زیادی می تواند به جذب این عنصر و ریزمغذی های دیگر پساب، توسط ریزجلبک به هدف تغذیه و رشد و افزایش مقدار تولید زیست توده، توجیه شود ولی به مرور زمان با افزایش میزان زیست توده به خصوص در مناطق فوقانی محیط کشت به دلیل عدم نور رسانی به قسمت های تحتانی تر محیط کشت، به تدریج حجم زیست توده در مناطق تحتانی کاهش یافته و به نسبت کاهش میزان زیست توده جلبکی در این مناطق، به تدریج میزان جذب نیترات و ریز مغذی های دیگر در این مناطق کاهش می یابد. از طرف دیگر افزایش بیش از حد زیست توده در مناطق فوقانی احتمالاً می تواند موجب کاهش تبادلات گازی در مناطق فوقانی محیط کشت گردد که این امر هم خود می تواند باعث کاهش میزان رشد زیست توده در مناطق تحتانی محیط کشت گردد که در نهایت این کاهش میزان زیست توده بر میزان جذب ریز مغذی ها اثر منفی می گذارد و باعث کاهش میزان جذب این عناصر می شود.

در تحقیق دیگری در مورد حذف فسفات از پساب خروجی پساب شهری توسط ریزجلبک اسپیرولینا، درصد حذف فسفات به ترتیب ۲۰/۱۳، ۲۰/۰۱، ۱۰/۴۴، ۴۲/۷۹ برای روزهای ۱ الی ۴، ۴ الی ۶، ۶ الی ۸ و ۱ الی ۸ بود [۱۳]. در تحقیق حاضر درصد حذف فسفات از پساب گاوداری توسط ریزجلبک اسپیرولینا در بازه زمانی ۶ الی ۸ روز حدود ۱۴/۸۵ درصد به دست آمد و برای بازه زمانی ۱ الی ۸ روز به میزان ۵۹/۲۹ درصد رسید. در

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

سال ۲۰۰۶ از ریزجلبک ها برای تصفیه پساب خوکی ۲ درصد رقیق شده هوازی استفاده شد و درصد حذف فسفر و نیتروژن به ترتیب ۹۶ و ۸۷ درصد بود و تحت شرایط محیطی مناسب، ریزجلبک های کلرلا ولگاریس و اسپیرولینا به ترتیب توانستند ۷۲/۲۱ و ۴۲/۷۹ درصد از فسفات را حذف نمایند [۲۳]. بر اساس یافته های دیگری که بر روی ریزجلبک کلرلا ولگاریس صورت گرفت مشخص شد که کلرلاولگاریس در تیمارهای دارای مقادیر مختلف نیترات و فسفات به خوبی رشد کرده و نقش مؤثری در تصفیه پساب خانگی داشته است [۲۴]. بیشترین جذب فسفات در تیمار پساب با رقت ۷۵ درصد رخ داد و کمترین درصد جذب که ۶۲/۰۳ درصد بود در تیمار پساب با رقت ۲۵ درصد مشاهده شد. در واقع درصد حذف فسفات در تیمارهای رقیق تر بیشتر بود و کارایی حذف نیتروژن و فسفر در مطالعات مختلف متغیر و وابسته به ترکیبات محیط کشت، شرایط محیطی از قبیل غلظت اولیه مواد مغذی، شدت نور، نسبت نیتروژن به فسفر، سیکل تاریکی- روشنایی و گونه جلبکی می‌باشد.

در تحقیق پیش رو هم میزان حذف فسفر از پساب گاوداری در تیمارهای رقیق تر بیشتر بود و با افزایش غلظت پساب میزان حذف فسفات کمتر شد. دو تیمار T_1 و T_2 در تحقیق حاضر به ترتیب دارای بالاترین میزان حذف فسفات و تیمارهای T_5 و T_4 به ترتیب کمترین میزان حذف فسفات را از خود نشان دادند. در مطالعه دیگری در سال ۱۳۹۵ با تحقیق روی امکان سنجی تولید زیست توده و حذف فسفات و نیترات از پساب شهری به وسیله کشت ریزجلبک *Chlorell vulgaris* در پساب هایی با صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد رقت، کاهش رشد ریزجلبک از روز دهم به بعد اعلام شد [۲۵]. این ریزجلبک توانست به خوبی در تیمارهای مختلف پساب رشد کرده و ۱۰۰ درصد فسفات و همچنین ۹۹/۳۷ درصد نیترات را از پساب با رقت ۵۰ درصد حذف نماید. در مطالعه دیگر با تحقیق روی حذف فسفات و نیترات از پساب شهری به وسیله کشت ریزجلبک *S. obliquus* و تولید زیست توده جلبکی در پساب هایی با صفر، پنجاه و صد درصد رقت نتیجه گرفته شد که این ریزجلبک هم به مانند کلرلا ولگاریس برروی کلیه تیمارهای آزمایش شده از پساب رشد خوبی داشته است و توانست ۱۰۰ درصد فسفات و ۱۰۰ درصد نیترات در تمام تیمارها را حذف نماید [۲۶]. در مطالعه دیگری بر روی تولید زیست توده و حذف آمونیاک و نیترات از پساب کارگاه پرورش ماهی توسط کشت ریزجلبک *S. quadricauda* با تیمارهای مختلف پساب رقیق شده، پساب خام، پساب غلیظ شده با محیط کشت BBM و بازه زمانی ۲۱ روزه، به این نتیجه رسیدند که تعداد سلول ریزجلبک از روز چهاردهم به بعد رو به کاهش گذاشت [۲۷]. در مطالعه حاضر هم رشد ریزجلبک اسپیرولینا از روز چهاردهم به بعد دچار کاهش شد و مشابه نتایج تحقیق حاضر، حذف نیترات در نمونه های تیمار شده بیشتر بود. به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که با وجود کاهش رشد جلبک و تولید زیست توده در پساب در مقایسه با محیط کشت استاندارد، میزان رشد جلبک و تولید زیست توده در تیمارهای حاوی پساب، بیشتر از ۵۰ درصد زیست توده در محیط کشت استاندارد بوده و پساب گاوداری حتی در غلظت های بالا قابلیت کشت ریزجلبک اسپیرولینا را دارد. ریزجلبک اسپیرولینا در حذف آلاینده های نیترات و فسفات از پساب گاوداری بدون رقیق سازی (T5) نیز به ترتیب کارایی بالای ۸۲ و ۸۸ درصد را نشان داد که نشان دهنده پتانسیل بالای این ریزجلبک در تصفیه پساب های دامی می باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مجموعه مدیریتی آزمایشگاه های دانشکده های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام مطالعه حاضر قدردانی می نمایند.

تعارض منافع

مطالعه حاضر فاقد تعارض منافع می باشد.

منابع مالی

مطالعه حاضر با استفاده از اعتبار پژوهشی نویسندگان انجام شده است.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

منابع

[1] Hsien C. Low J.S.C, Chung S.Y, Tan D.Z.L, Quality-based water and wastewater classification for waste-to-resource matching. Resource, Conservation and Recycling. (2019) 151: 104477.

[2] Nardin F, Mazzeto F, Mapping of Biomass Fluxes: A methoud for optimizing Biogas Refinery of livestock Effluents. Sustainability. (2014) 6(9): 5920-5940.

[3] Jafarsalehi M, Dianati Tilaki R, Esfandyari Y. Phosphorus Removal from Treated Wastewater and Biomass Production by Microalgae Spirulina in Photo Bioreactor. Tarbiat Modares Biotechnology. (2019) 10(2): 335-342. (In Persian).

[4] Lozano-Garcia D.F, Cuellar-Bermudez S.P, del Rio- Hinojosa E, Betancourt F, Aleman-Nava G.S, Parra-Saldivar R, Potential land microalgae cultivation in Mexico: from food production to biofuels. Algal Research. (2019) 39: 101459.

[5] Agüera A, Plaza-Bolaños P, Fernández F.G.A, Removal of contaminants of emerging concern by microalgae-based wastewater treatments and related analytical techniques. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. (2020) 503-525.

[6] Li S, Chu R, Hu D, Yin Z, Mo F, Hu T, Liu C, Zhu L, Combined effects of 17β-estradiol and copper on growth, biochemical characteristics and pollutant removals of freshwater microalgae Scenedesmus dimorphus. Science of the Total Environment. (2020) 730: 138597.

[7] Crini G, Lichtfouse E, Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. Environmental Chemistry Letters. (2019) 17(1): 145-155.

[8] Pacheco D, Rocha A.C, Pereira L, Verdelhos T, Microalgae water bioremediation: trends and hot topics. Applied Sciences. (2020) 10(5): 1886.

[9] Sutherland D.L, Ralph P.J, Microalgal bioremediation of emerging contaminants - opportunities and challenges. Water Research. (2019) 164: 114921.

[10] Beuckels A, Smolders E, Muylaert K, Nitrogen availability influences phosphorus removal in microalgae-based wastewater treatment. Water Research. (2015) 77: 98-106.

[11] Oliveira A.C, Barata A, Batista A.P, Gouveia L, Scenedesmus obliquus in poultry wastewater bioremediation. Environmental Technology. (2018) 40(28): 3735-3744.

[12] Hawrot-Paw M, Koniuszy A, Galczynska M, Zajac G, Szyszlak J Production of microalgae biomass using aquacalture wastewater as growth medium. Water. (2019) 12(1): 106-117.

[13] Ahmadpour N, Sayyadi M.H, Fallahi kapourchali M, Rezaie M.R. Removal of phosphate by microalgae from municipal wastewater effluents: Lab Experiment. Tarbiat Modares Biotechnology. (2015) 6(2): 49-54. (In Persian).

[14] Kabir M, Hoseini S A, Ghorbani R, Kashiri H. Efficiency of Microalgae Scenedesmus obliquus in the removal of phosphate and nitrate from waste water of Gomishan shrimp nurture farms. Journal of Aquatics Ecology. (2018) 8(2):124-133. (In Persian).

[15] Miramini H S, Hosseini S A, Ghorbani R, Noori F, Rezaei H. Wastewater treatment of dairy industry using Spirulina platensis microalgae. Iranian Scientific Fisheries Journal. (2021) 30(3): 95-109. (In Persian).

[16] Cheunbarn S, Peerapornisal Y, Cultivation of Spirulina platensis using Anaerobically Swine Wastewater Treatment Effluent. International journal of Agriculture and Biology. (2010) 12(4): 1560-853012.

[17] Antikumari V.J, Cultivation of spirulina using biogas spent slurries as substrates. Journal of Xian University of Architecture & technology. (2020) 12(4): 1452-1458.

[18] Bhuyar P, Trejo M, Dussadee N, Unpaprom Y, Ramaraj R, Whangchai K, Micro algae cultivation in waste water Effluent from tilapia culture pond for enhanced bioethanol production. Water Science and Technology. (2021) 84(10): 2686-2694.

[19] Chen F, Zhang Y, Guo S, Growth and phycocyanin formation of Spirulina platensis in photoheterotrophic culture. Biotechnology Letters. (1996) 18: 603-608.

[20] APHA. AWWA WPCF, 1971. Standard methods for the examination of Water and Wastewater, 14th Edition.

[21] Safari J, Abolghasemi H, Esmaili M, Delavari Amrei H, Pourjamshidian R, Effect of Dilution on Nitrogen Removal from Ammonia Plant Effluent using Chlorella vulgaris and Spirulina platensis. Pollution. (2021) 7(3): 681-691.

[22] Moraes C, Sala L, Cerveira G.P, Kalil S.J, C-phycocyanin extraction from spirulina platensiswet biomass. Brazilian journal of Chemical Engineering. (2011) 28(1): 45-49.

[23] Aslan S, Kapdan I.K, Batchkinetics of nitrogen and phosphorus removal from synthetic wastewater by algae. Ecological Engineering. (2006) 28: 64-70.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

[24] Tam N.F.Y. Wong Y. S, Effect of immobilized bead concentrations on wastewater nutrient removal. Environmental Pollution. (2000) 107(1): 145-151.
[25] Abolhasani M.H, Hoseini A, Ghorbani R, Vince O, Possibility of biomass production and removal of phosphates and nitrates from municipal wastewater cultivated by Chlorella vulgaris. Journal of Aquaculture Development. (2016) 10 (2): 1-8 (In Persian).
[26] Abolhasani M.H, Hoseini A, Ghorbani R, Vince O, Phosphate and nitrate removal from municipal wastewater by algae Scenedesmus obliquus cultivation and production of algal biomass. Journal of Aquatics Ecology. (2016) 5(4): 33-39. (In Persian).
[27] Heidari S, Farhadian O, Mahboobi Soofiani N, Biomass Production and Ammonia and Nitrite Removal from Fish Farm Effluent by Scenedesmus Quadricauda Culture. Journal of Environmental Studies. (2011) 37(59): 15-28. (In Persian).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Journal of Fisheries Science and Technology
Volume13, Issue 2, Spring 2024
Pages: 41-54

Investigating the possibility of cattle wastewater treatment using Spirulina (*Arthrospira platensis*) microalga

Jahangir Falamarzi[1], Zahra Ghasemi[2*], Mohammad Ali Nematollahi[3]

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan.
2- Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan.
3- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

A B S T R A C T

Wastewater treatment with microalgae and its reuse is an effective step toward reducing water consumption and preserving water resources. The possibility of growing spirulina microalga on cattle effluents and the possibility of purifying effluents using microalga were investigated. Different concentrations of standard culture medium (Zaruk)-wastewater were used to measure the optimal algal growth on wastewater and to determine the concentration of effluent-Zaruk for optimal algal growth. The treatments were T1 including 100% Zaruk and no wastewater, T2 including 75% Zaruk and 25% wastewater, T3 including 50% Zaruk and 50% wastewater, T4 including 25% Zaruk and 75% effluent and T5 including 100% effluent without Zaruk. Treatments that had more Zaruk, showed more optimal growth, and those that had a higher concentration of effluent often showed a relatively lower growth of algae biomass. The results showed the high growth of algae on the concentrated effluent. T1 with 0.35 and T2 with 0.3 g/liter of dry biomass had the highest biomass of microalgae. T1, T2, T4, T3, and T5 had the highest to the lowest amount of phycocyanin pigment production in microalgae, respectively. The highest removal of nitrate belonged to T5 and T4 with 82.57% and 78.21% removal respectively, and the lowest nitrate removal belonged to T1 and T2 with 57.17% and 70.94%, respectively. The highest removal of phosphate belonged to T1 and T2 with 94% and 92.11% removal, respectively. The lowest removal of phosphate belonged to T4 with 84% removal. Findings indicated the high potential of microalga for treating cattle wastewater.

KEYWORDS: Algal biomass, Cattle effluents, Pigment production, Nitrate removal.

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 08 Apr 2024
Accepted: 4 June 2024
ePublished: 9 June 2024

* Corresponding Author:
Email address: z.ghasemi@hormozgan.ac.ir
Tel: 0761-
© Published by Tarbiat Modares University
ISSN: 2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-28]