مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۴۲۳ تا ۴۳۶

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

تصفیه جلبکی مخلوطی از پساب شهری و ویناس با استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*

مهرنوش قلی‌زاده، محسن نصرتی*
گروه مهندسی بیوتکنولوژی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۹
تاریخ ویرایش: ۹۸/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۲۳
تاریخ انتشار: ۹۸/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: *اسپیرولینا پلاتنسیس*، پساب شهری، تصفیه جلبکی، ویناس

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
mnosrati20@modares.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: تصفیه جلبکی پساب یک فناوری جدید و ارزان جهت حذف و بازیابی مواد مغذی از پساب است. به منظور بررسی اثر ویناس بر میزان رشد و بررسی اثر رشد ریزجلبک در حذف نیتروژن، فسفات و COD در مخلوطی از پساب شهری و ویناس به بررسی رشد *اسپیرولینا پلاتنسیس* پرداخته شد.

روش بررسی: توانایی رشد *اسپیرولینا* در پساب شهری و اثر ویناس بر میزان رشد با محاسبه زیست‌توده به‌دست آمده بررسی شد. همچنین اثر غلظت ویناس، شدت نور و دوره روشنایی تاریکی بر میزان رشد توسط نرم افزار DESIGN EXPERT و روش مکعب مرکزی (CCD) مورد بررسی قرار گرفت. با انتخاب شرایط بهینه، میزان حذف نیتروژن، فسفات و COD در انتهای مرحله رشد بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج به‌دست آمده نشان داد افزودن ویناس به پساب باعث افزایش رشد ریزجلبک شده و بیشترین میزان زیست‌توده در جریان ته‌نشینی به همراه ۰/۲۵ درصد ویناس به میزان ۳/۱۹ mg/mL به‌دست آمد. با بررسی اثر فاکتورهای مختلف مانند غلظت ویناس، شدت نور و دوره روشنایی-تاریکی بر میزان رشد، شرایط بهینه در غلظت ویناس (v/v) ۰/۴ درصد، شدت نور ۵۰۰۰ lux و دوره روشنایی ۱۰ h، با (mg/L) ۴۸۰ زیست‌توده به‌دست آمد. همچنین در این شرایط درصد حذف نیتروژن، فسفات و COD به ترتیب برابر با ۶۳، ۹۷ و ۷۳ درصد بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان‌دهنده پتانسیل بالقوه پساب شهری و ویناس برای جایگزینی محیط کشت زاروک به‌منظور رشد ریزجلبک *اسپیرولینا* است. همچنین این ریزجلبک توانایی حذف درصد بالایی از مواد مغذی موجود در پساب را داشت.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Nosrati M. Algal treatment of a mixture of urban wastewater and Vinasse using Spirulina platensis microalgae. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(3):423-36.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

مقدمه

افزایش جمعیت، توسعه صنایع و مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی باعث شروع دوره‌ای از بحران انرژی شده است. همچنین استفاده از سوخت‌های فسیلی و به دنبال آن افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش کره زمین، باعث توجه بیشتر بشر به منابع انرژی پایدار و تجدیدپذیر با انتشار آلودگی کمتر شده است (۱).

آب به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین منابع طبیعی زمین، که بدون آن زندگی کردن ممکن نخواهد بود، در حال سیر روند کاهش است (۲). بنابراین افزایش مصرف آب و تقاضای انرژی باعث نگرانی‌های زیادی در مورد امنیت انرژی و تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آنها به‌منظور برگشت آب به چرخه طبیعت شده است. رشد روز افزون فعالیت‌های صنعتی و به دنبال آن عدم رعایت الزامات زیست محیطی سبب شده است تا طی چند دهه اخیر مقادیر زیادی از آلاینده‌ها وارد محیط زیست شده و مشکلات فراوانی را به‌وجود آورند (۳).

سیانوباکتری‌ها همچون *اسپیرولینا پلاتنسیس* در سال‌های اخیر به دلیل پتانسیل استفاده از آنها در صنایع بیوتکنولوژی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۴). ایده استفاده از سیانوباکتری‌ها در صنعت اولین بار در حدود شش دهه قبل مطرح شد و بعد از آن گزارش‌های متعددی در مورد استفاده از آنها در فرایند تصفیه زیستی آب و فاضلاب و خاک‌های آلوده به آلاینده‌ها گزارش شده است (۳).

ریزجلبک‌ها شامل فعالیت‌های مختلف و متنوع تعادل محیطی برای کنترل آلودگی در محیط زیست هستند. آنها نه تنها به‌عنوان عاملی برای حذف گازهای گلخانه‌ای از جو زمین عمل می‌کنند، بلکه می‌توانند برای تصفیه فاضلاب و کنترل آلودگی محیط زیست نیز استفاده شوند. برای غلبه بر نقایص مربوط به روش‌های معمول تصفیه فاضلاب، تصفیه بیولوژیکی با استفاده از ریزجلبک‌ها در دهه‌های گذشته به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (۵). بسیاری از مطالعات نشان داده که ریزجلبک‌ها پتانسیل زیادی برای حذف نیتروژن و فسفر دارند. مکانیسم اصلی حذف مواد مغذی جلبک از فاضلاب، شامل جذب درون سلول و حذف آمونیاک از طریق افزایش pH است (۶). Mcginn و همکاران در سال ۲۰۱۲، با کشت ریزجلبک سندسموس در پساب خروجی بعد از مرحله UV تصفیه‌خانه فاضلاب به حذف ۹۰ درصد از آمونیاک و ۹۰ درصد از فسفات دست یافتند (۷).

در واقع، راندمان حذف بالایی از نیتروژن و فسفر در حدود ۱۰۰-۸۰ درصد از فاضلاب در منابع مختلف (به‌عنوان مثال، کشاورزی، صنعتی و شهری) توسط ریزجلبک‌ها گزارش شده است. در سال ۲۰۱۲، Mennerich و همکاران، با کشت مخلوطی از سه گونه جلبکی شامل *کلامایدوموناس رینهاردی*، *سندسموس* و *کلرلا وگاریس* در فاضلاب شهری تصفیه شده به مدت ۵ تا ۱۴ روز در سیستمی ناپیوسته به حجم L ۵ قادر به حذف ۱۰۰-۴۱/۲ درصد نیتروژن و ۱۰۰-۱۲/۲ درصد فسفات شدند (۸). همچنین Qin و همکاران با کشت *کلرلا* در سیستمی ناپیوسته از فاضلاب شهری به حذف ۹۹/۳ درصد نیتروژن و ۹۵/۲ درصد فسفر دست یافتند (۹). علاوه‌بر این، استفاده از ریزجلبک‌ها برای حذف مواد مغذی چندین مزیت دارد: ۱- نیتروژن و فسفر جذب شده توسط ریزجلبک‌ها، می‌تواند توسط تولید کود از زیست‌توده ریزجلبکی بازیافت شود. ۲- زیست‌توده حاصل می‌تواند برای تولید انرژی زیستی، غذا، خوراک حیوانات و داروها استفاده شود و ۳- پساب حاوی اکسیژن به منابع آبی تخلیه می‌شود (۱۰). یکی دیگر از پساب‌های بالقوه برای کشت ریزجلبک‌ها، ویناس نیشکر است. ویناس، یکی از محصولات جانبی کارخانه‌های تخمیر ملاس است که دفع آن دشوار بوده و باعث نگرانی شدید زیست‌محیطی شده و تهدیدی برای کیفیت آب محسوب می‌شود (۱۱). استفاده از ویناس برای تولید زیست‌توده ریزجلبکی پیش از این پیشنهاد شده است، اما مطالعات نشان داده که استفاده از ویناس نیشکر، حتی در غلظت‌های پایین، می‌تواند رشد ریزجلبک‌ها را مهار کند (۱۲). ویناس علاوه بر محتوای بار آلی بالا، حاوی مواد مغذی همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. ترکیبات آن نشان می‌دهد که استفاده از ویناس برای کشت *اسپیرولینا*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

پلاتنسیس، می‌تواند یک فرایند ارزش افزوده باشد که تاثیرات محیطی آن را کاهش دهد (۱۳). به‌منظور بهبود چنین سناریویی، لازم است که منابع جایگزین مواد مغذی برای رشد جلبک‌ها پیدا شود. یک پیشنهاد عملی این است که کشت جلبک‌های مربوطه را با تصفیه فاضلاب مرتبط سازیم. ادغام تولید زیست‌توده جلبکی با تصفیه فاضلاب امروزه به عنوان یک راه‌حل برای حمایت اقتصادی از این صنعت به رسمیت شناخته شده است. در گستره مطالعات انجام شده تا به حال تصفیه جلبکی پساب شهری و ویناس با استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* به صورت همزمان گزارش نشده است. در همین راستا در این پژوهش تصفیه همزمان پساب شهری و ویناس و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با تولید زیست‌توده جلبکی به کمک ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* انجام شده است.

لازم به ذکر است که این پژوهش از دو دیدگاه زیست‌محیطی و ارزش اقتصادی بازیابی مواد مغذی موجود در پساب، حائز اهمیت است: ضرورت اجرای طرح از دیدگاه زیست‌محیطی از آن جهت است که پساب شهری حاوی مواد مغذی همچون نیتروژن، فسفر و مواد آلی مورد نیاز برای رشد ریزجلبک‌ها بوده که در تصفیه‌خانه طبق فرایند فیزیکی، شیمیایی و زیستی حذف می‌شوند. همچنین ویناس علاوه بر محتوای بار آلی بالا، حاوی مواد مغذی همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم است که دفع آن دشوار بوده و به یکی از نگرانی‌های شدید زیست‌محیطی و تهدیدی برای کیفیت مسیل‌های آب تبدیل شده است. هزینه‌های دفع و تصفیه این دو پساب لزوم استفاده از روش‌های جایگزین کم هزینه و اقتصادی را دوچندان می‌کند.

ضرورت اجرا از دیدگاه ارزش و کاربرد مواد مغذی موجود در پساب به‌منظور تولید زیست‌توده جلبکی، به جهت رویکرد اجباری بشر در تصفیه کم هزینه فاضلاب و تولید زیست‌توده به‌عنوان منبعی برای تولید سوخت زیستی، هرگونه تحقیق یا اقدامی برای نیل به بازده بیشتر، قابل حمایت و استقبال است.

مواد و روش‌ها

- تهیه، کشت و نگهداری ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*

در این مطالعه تجربی نمونه خالص ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* از کلکسیون ریزجلبکی پژوهشکده زیست‌فناوری دانشگاه تهران تهیه شد. ریزجلبک *اسپیرولینا* در محیط کشت اختصاصی زاروک شامل ترکیبات ۱۶/۸ g/L $NaHCO_3$، ۲/۵ g/L $NaNO_3$، ۰/۵ g/L K_2HPO_4، ۰/۰۴ g/L $CaCl_2$، ۰/۲ g/L $MgSO_4.7H_2O$، ۰/۰۱ g/L $FeSO_4.7H_2O$، ۱ g/L K_2SO_4، ۰/۰۸ g/L EDTA و ۱ mL از محلول A (شامل ۲/۸۶ g/L H_3BO_3، ۱/۸۱ g/L $MnCl_2.4H_2O$، ۰/۲۲ g/L $ZnSO_4$، ۰/۲۲ g/L $CuSO_4$، ۰/۰۱ g/L MoO_3 است) کشت داده شد.

برای تهیه محیط کشت جامد به منظور نگهداری بلند مدت ریزجلبک‌ها، در یک لیتر از محیط کشت مایع تهیه شده، ۱۵ g پودر آگار اضافه شده و ظرف حاوی محیط کشت و آگار بسته و اتوکلاو می‌شود. سپس در زیر هود و شرایط استریل محیط کشت قبل از سرد شدن درون پلیت‌های استریل ریخته شده و پس از سرد شدن و سفت شدن آگار، محیط کشت جامد آماده کشت ریزجلبک‌ها است. بعد از کشت دادن، پلیت‌ها در یخچال در دمای ۴ °C نگهداری شد. به منظور افزایش ریزجلبک مورد نظر و به‌دست آوردن مقدار کافی از آن برای انجام مراحل بعدی آزمایش، نمونه‌های خالصی از ریزجلبک *اسپیرولینا* در ارلن ۲۵۰ mL کاملا استریل که دهانه آنها با پنبه و فویل استریل پوشیده شده است در محیط کشت زاروک در دمای ۲۵-۳۰ °C در شیکر با سرعت ۲۰۰rpm کشت داده شد.

- بررسی توانایی رشد *اسپیرولینا* در پساب

برای بررسی توانایی رشد *اسپیرولینا* در پساب خام شهری به همراه ویناس و بررسی اثر ویناس به عنوان مکمل بر روی میزان رشد، پساب خروجی ته نشینی اولیه یکی از تصفیه خانه‌های تهران به همراه ویناس یک شرکت الکل‌سازی تهیه شد. مشخصات پساب شهری در جدول ۱ ارائه شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

جدول ۱- مشخصات شیمیایی پساب خام شهری

پارامتر	محدوده غلظت (mg/L)
COD کل	۲۰۴-۴۴۰
COD محلول	۱۰۵-۳۷۲
کربن آلی کل	۵۰/۳-۱۳۰
کربن آلی حل شده	۲۳/۱-۵۶/۲
نیتروژن کل	۵۰-۷۰
فسفر کل	۱۰-۱۴

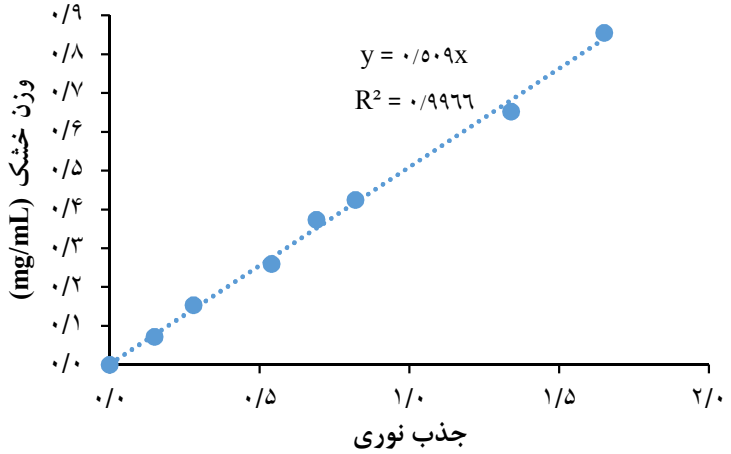
جدول ۲- مشخصات ویناس شرکت الکل‌سازی

ردیف	ماده و ترکیب	مقدار (mg/L)
۱	کربن آلی	۱۷±۲
۲	نیتروژن کل	۲/۴±۰/۴
۳	نیتروژن آلی	۲±۰/۳
۴	فسفر (P_2O_5)	۰/۰۶±۲
۵	پتاسیم	۶/۴±۰/۲
۶	سدیم	۲/۶±۰/۲
۷	کلراید	۲/۳±۰/۲
۸	کلسیم	۰/۶±۰/۱
۹	منیزیم	۰/۱±۰/۰۵

هر دو پساب با فیلتر واتمن شماره ۴۲ فیلتر شده و سپس در اتوکلاو به مدت ۲۰ min در دمای ۱۲۰ °C استریل شدند. در ابتدا به منظور بررسی توانایی رشد در پساب و تاثیر ویناس بر رشد، به نسبت ۱۰ درصد حجمی از مایه جلبک به داخل تیمارهایی به حجم ۱۰۰ mL از ته نشینی اولیه، ته نشینی به همراه ۰/۱ و ۰/۲۵ درصد حجمی ویناس و همچنین محیط کشت زاروک به‌عنوان شاهد در ارلن‌های ۲۵۰ mL تلقیح شده و طی ۱۴ روز کشت داده شد. مشخصات ویناس در جدول ۲ ارائه شده است. برای اندازه‌گیری پارامترهای رشد، تیمارها در شیکر انکوباتور در دمای ۳۰ °C و تحت تابش دائمی نور قرار گرفتند.

اندازه‌گیری رشد توسط خواندن جذب نمونه‌ها به‌صورت روزانه در طول موج ۶۸۰ nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک از منحنی استاندارد رسم شده وزن خشک بر حسب تراکم نوری استفاده شد (نمودار ۱). میزان جرم توده زیستی به‌دست آمده از تیمار زاروک، ته‌نشینی، ته‌نشینی به همراه ۰/۱ و ۰/۲۵ درصد حجمی ویناس به ترتیب ۲/۳۷، ۰/۶۹۰۲، ۲/۴۳ و ۳/۱۹ mg/mL به‌دست آمد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]



نمودار ۱- منحنی کالیبراسیون استاندارد وزن خشک/ تراکم نوری برای *اسپیرولینا*

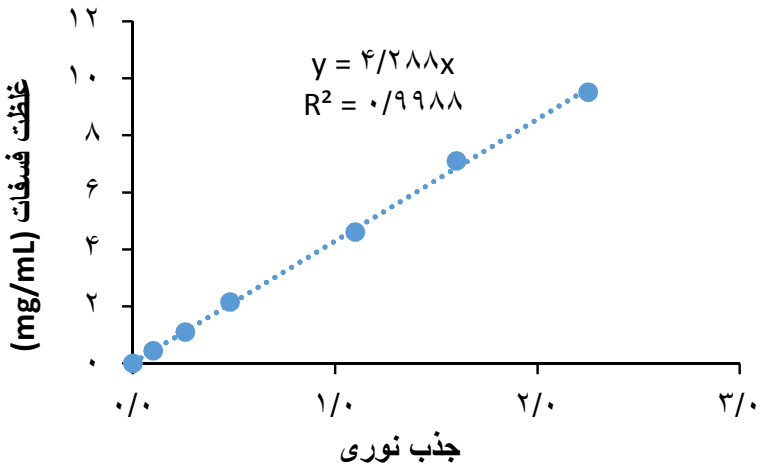
- بررسی اثر غلظت ویناس، شدت نور و دوره روشنایی تاریکی بر میزان رشد

بعد از مشاهده اثر ویناس بر رشد، به بررسی اثر غلظت ویناس، شدت نور و دوره روشنایی-تاریکی به‌عنوان ۳ پارامتر تاثیرگذار بر میزان وزن خشک به‌دست آمده پرداخته شد. از نرم‌افزار Design Expert و روش مکعب مرکزی (Central Composite Design (CCD)) به منظور بهینه‌سازی پارامترهای موثر بر رشد استفاده شد. نتایج حاصل از طراحی آزمایش با استفاده از تحلیل آماری به منظور شناسایی پارامترهای مهم که بر میزان رشد ریزجلبک اثرگذارند، مورد بررسی قرار گرفتند. با انتخاب ۳ فاکتور، ۵ سطح و ۴ نقطه مرکزی ۱۸ آزمایش به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. غلظت ویناس (A) در محدوده (v/v) ۰/۱-۰/۵ درصد، شدت نور (B) در محدوده lux ۲۰۰۰-۶۰۰۰ و دوره روشنایی-تاریکی (C) در محدوده h ۸-۱۶ در نظر گرفته شد. در این راستا ریزجلبک‌ها به mL ۱۰۰ از تیمارها در شرایط انتخاب شده تلقیح شده و طی ۱۴ روز کشت داده شد. در انتها تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) انجام گرفت.

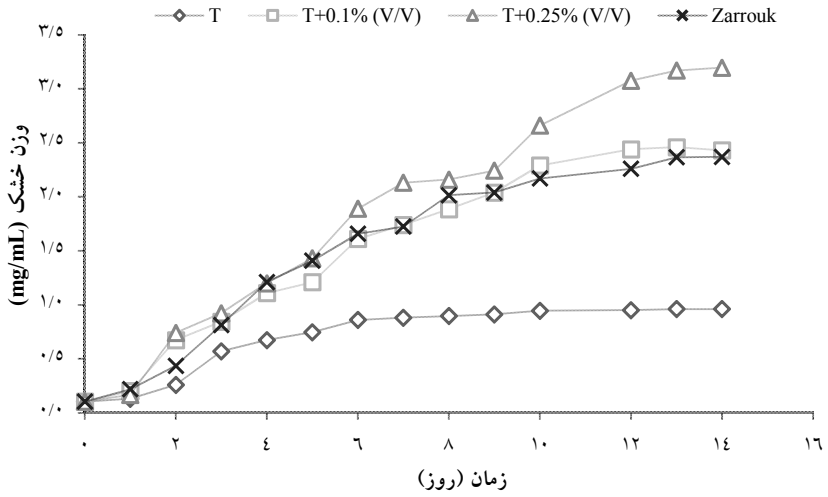
- بررسی توانایی *اسپیرولینا پلاتنسیس* در حذف ازت، فسفات و COD از فاضلاب

به منظور بررسی اثر رشد ریزجلبک بر روی حذف برخی از پارامترهای پساب بعد از اتمام دوره کشت، زیست‌توده به‌دست آمده از شرایط بهینه رشد حاصل از طراحی آزمایش با سانتریفیوژ در سرعت rpm ۶۰۰۰ و مدت min ۵ از محیط کشت جدا شد. سپس به‌وسیله کاغذواتمن شماره ۴۲ فیلتر شد تا نمونه محیط کشت یا پساب عاری از زیست‌توده ریزجلبکی به‌دست آید (۱۴). در این حالت پساب برای اندازه‌گیری تغییرات میزان ازت، فسفات و COD آماده شد. همچنین در ابتدای آزمایش و قبل از تلقیح ریزجلبک‌ها نیز، این پارامترها اندازه‌گیری و میزان آنها مشخص شد. برای اندازه‌گیری میزان فسفات با روش کالریمتری، mL ۱۰ از نمونه جلبکی برداشته و در سرعت rpm ۱۳۰۰۰ به مدت min ۱۰ سانتریفیوژ شد. mL ۵ از محلول رویی را به‌صورت جدا با mL ۰/۱ محلول اسیدسولفوریک N ۱۱ و mL ۲ محلول آمونیوم مولیبدات-آنتیموان پتاسیم تارتارات آمیخته و سپس min ۱۰ صبر کرده و جذب نمونه‌ها در nm ۶۵۰ خوانده شد. میزان فسفات با استفاده از منحنی استاندارد به‌دست آمد (نمودار ۲). اندازه‌گیری نیتروژن کل و COD به‌روش فتومتری با استفاده از کیت‌های مخصوص اندازه‌گیری شدند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]



نمودار ۲- منحنی استاندارد فسفات بر حسب جذب نوری



نمودار ۳- منحنی وزن خشک بر حسب زمان (روز)

یافته‌ها

- نتایج حاصل از رشد *اسپیرولینا پلاتنسیس* در تیمارهای مختلف

اسپیرولینا در همه تیمارها توانایی رشد قابل مقایسه‌ای با تیمار شاهد از خود نشان داد. روند رشد *اسپیرولینا* در تیمارهای مختلف در نمودار ۳ و وزن خشک زیست‌توده به‌دست آمده در جدول ۳ نشان داده شده است.

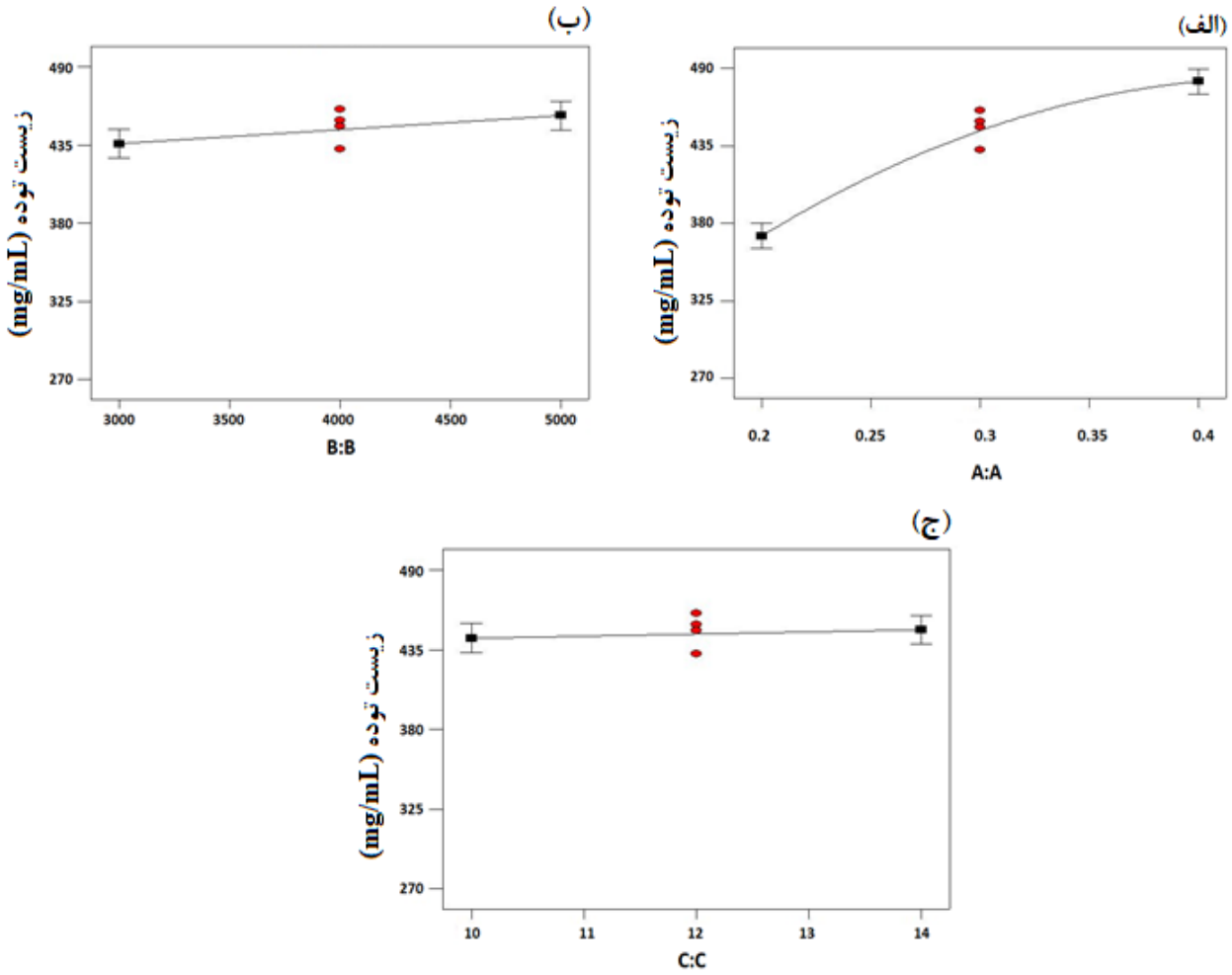
در بررسی اثر تیمارهای مختلف با یکدیگر و تیمار شاهد مشخص شد که میانگین وزن خشک سلولی *اسپیرولینا* در تیمارهای مختلف متفاوت است. بررسی تاثیر تیمارهای مختلف نشان داد که بیشترین میزان رشد در کل آزمایش مربوط به تیمار با پساب ته‌نشینی اولیه به همراه (v/v) ۰/۲۵درصد ویناس با میزان زیست‌توده (mg/mL) ۳/۱۹ و کمترین میزان مربوط به ته‌نشینی با میزان زیست‌توده (mg/mL) ۰/۹۶۰۲ است.

سلامت و محیط زیست دوره دوازدهم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۸
فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
ijhe.tums.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

جدول ۳- وزن خشک سلولی در تیمارهای مختلف

تیمار	وزن خشک زیست‌توده (mg/mL)
زاروک	۲/۳۷
ته‌نشینی	۰/۹۶۰۲
ته‌نشینی + ٪ (v/v) ۰/۱	۲/۴۳
ته‌نشینی + ٪ (v/v) ۰/۲۵	۳/۱۹



نمودار ۴- منحنی (الف) اثر غلظت ویناس (A)، (ب) شدت نور (B) و (ج) دوره روشنایی-تاریکی (C) بر زیست‌توده

با توجه به نتایج به‌دست آمده تغییر میزان کمی از غلظت ویناس می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر روند رشد تاثیرگذار باشد. همچنین در مقایسه بین تیمار پساب ته‌نشینی و محیط کشت اختصاصی زاروک مشخص شد که میزان رشد و زیست‌توده تولیدی در محیط کشت زاروک بیشتر از تیمار ته‌نشینی بوده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

- نتایج حاصل از بررسی اثر غلظت ویناس، شدت نور و دوره روشنایی-تاریکی بر میزان رشد

بعد از به اثبات رسیدن اثر ویناس بر میزان رشد در بخش اول آزمایش‌ها، با انجام طراحی آزمایش شرایط بهینه رشد با بیشترین میزان زیست‌توده در طی ۱۴ روز محقق شد. با توجه به نمودار ۴ شرایط بهینه رشد برای ریزجلبک *اسپیرولینا* در غلظت ویناس (v/v) ۰/۴ درصد، شدت نور ۵۰۰۰ lux و دوره روشنایی ۱۰ h حاصل شد.

میزان زیست‌توده به‌دست آمده در شرایط بهینه ۴۸۰ mg/L بوده که این نتایج به مقادیر پیش‌بینی شده توسط نرم‌افزار با میزان ۴۸۱/۹۶۳ mg/L نزدیک بود. با توجه به نتایج ANOVA که در جدول ۴ آورده شده است غلظت ویناس و بعد از آن شدت نور موثرترین پارامترها بر روی رشد بوده ($p<۰/۰۵$) و دوره روشنایی-تاریکی ($p>۰/۰۵$) کمترین تاثیر را بر روی رشد داشته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در شدت نور بالاتر از ۵۰۰۰ lux و غلظت ویناس بیش از (v/v) ۰/۴ درصد میزان زیست‌توده کاهش یافته است.

- نتایج حاصل از رشد *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر پارامترهای پساب

همزمان با رشد ریزجلبک در پساب، تصفیه زیستی نیز انجام می‌شود. بعد از به‌دست آوردن شرایط بهینه رشد حاصل از طراحی آزمایش، به بررسی میزان حذف نیتروژن کل، فسفات و ترکیبات آلی در انتهای دوره رشد پرداخته شد تا توانایی گونه جلبکی در تصفیه پساب مشخص گردد. نتایج در نمودار ۵ نشان داده شد. در طی ۸ روز از فرایند رشد ریزجلبک، میزان حذف نیتروژن کل و فسفات به‌ترتیب برابر با ۶۳ و ۹۷ درصد بود. همچنین میزان COD در ابتدا ۴۷۰ mg/L بوده که در پایان آزمایش مقدار آن به ۲۶ mg/L رسید که با محاسبات انجام شده درصد حذف ترکیبات آلی ۷۳ درصد به‌دست آمد. ثابت شده است که ریزجلبک‌ها قادر به استفاده از هر دو شکل از منبع نیتروژنی به فرم آمونیاک و نیترات هستند. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده توسط Sunjin Kim و همکاران، در استفاده از مقدار یکسانی از نیترات و آمونیاک به‌عنوان منبع نیتروژن، مشاهده شد که در هنگام استفاده از نیترات میزان زیست‌توده بیشتری در مقایسه با آمونیاک به‌دست آمد. همچنین مشاهده شد که تولید زیست‌توده تا مقدار ۸۰ mg/L نیترات افزایش یافته و بعد از آن کاهش یافت. اما با افزایش آمونیاک در بازه ۱۰-۱۶۰ mg/L میزان زیست‌توده افزایش پیدا کرد. همچنین نرخ مصرف آمونیاک بیشتر از نیترات بود. این نتایج به دلیل تاثیر اولویت استفاده از منبع خاصی از نیتروژن و تغییر pH در نتیجه فرایندهای متابولیسمی مختلف بسته به منبع نیتروژن مورد استفاده است. ریزجلبک‌ها به نوعی از آمونیاک کاهش یافته برای جذب ترکیبات آلی حاوی نیتروژن نیازمند هستند. برای حذف آمونیاک (یا بطور کلی نیتروژن) توسط فرایندهای بیولوژیکی نیتروژن باید به شکل آمونیاک آمونیوم یا

جدول ۴- ANOVA مرتبط با اثر پارامترها بر میزان رشد

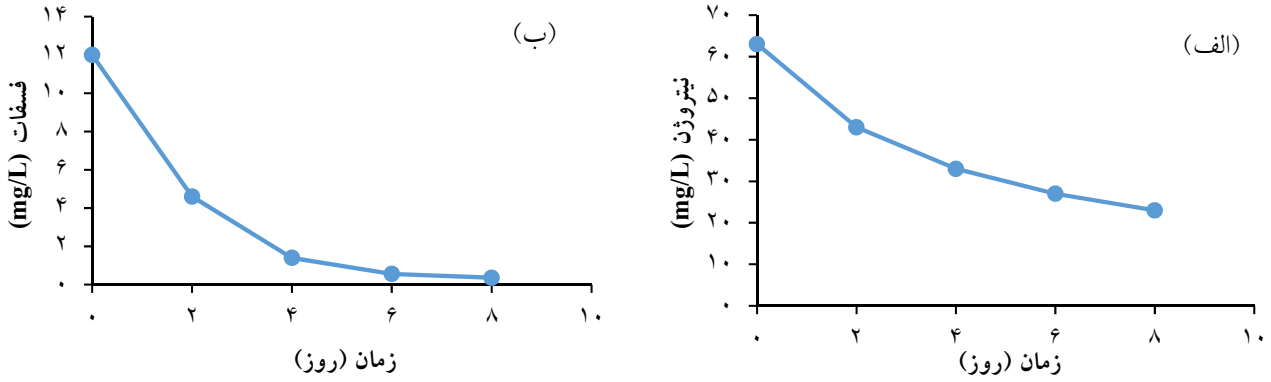
پارامتر	سطح معنی‌داری	آماره F	تفسیر معنی‌داری
مدل	<۰/۰۰۰۱	۴۸/۹۸	Significant
A	<۰/۰۰۰۱	۱۵۹/۲۲	
B	۰/۰۳۶۰	۵/۴۷	
C	۰/۵۳۶۳	۰/۴۰	
A^2	<۰/۰۰۰۱	۳۰/۸۴	
Lack of Fit	۰/۲۴۲۷	۲/۵۱	Not significant

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

نیترات تا نهایتا بصورت گاز نیتروژن از جریان فاضلاب متصاعد شـود. فرایندهای بیوشـیمیایی هوازی نیتروژن کربنی و آلی را به آمونیاک (NH_3) یا یـون آمونیوم (NH_4^+) تبدیل می‌کنند که یک فرایند کاهش اسـت. شـکل نیتروژن بـه pH محیط بسـتگی دارد. در ارتباط با نیترات، جذب نیتروژن بعد از احیای نیترات به آمونیاک اتفاق افتاده، در حالی‌که آمونیاک به صورت مسـتقیم جذب سلول می‌شـود. بنابراین مقدار حذف آمونیاک به‌عنوان یک فرم مطلوب از نیتروژن نسـبت به نیترات، بیشـتر گزارش شده است (۱۵).

بحث

با توجه به نمودار ۳ مشـاهده می‌شود که ریزجلبک *اسپیرولینا* در همه تیمارهای مورد پژوهش توانایی رشـد داشته و ترکیب ویناس به تیمار ته‌نشـینی باعث افزایش چشمگیری در میزان رشد شده است. در آزمایش‌های گذشته به بررسی توانایی رشد گونه‌های جلبکی در پساب و تاثیر ویناس به عنوان مکمل رشد بر روی محیط کشت اختصاصی پرداخته شده است (۱۳). مواد مغذی اصلی مورد نیاز برای رشـد ریزجلبک‌ها کربن، نیتروژن و فسـفر است. فاضلاب‌های تصفیه شده حاوی مقادیر زیاد مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) و انواع عناصر کمیاب (K، Ca، Mg، Fe، Cu و Mn) هسـتند کـه مواد ضروری برای متابولیسـم و رشـد ریزجلبک‌ها هسـتند (۱۶). از این‌رو مطالعات متعددی توانایی رشد ریزجلبک‌ها در فاضلاب از منابع مختلف را گزارش کرده‌اند (۱۰). همچنین ویناس حاوی مواد آلی همچون کربن، نیتـروژن و فسـفر و برخی از فلزات شـامل منیزیم و پتاسـیم بوده که می‌تواند برای رشـد ریزجلبک‌ها اسـتفاده شوند (۱۷). ترکیبات آن نشـان می‌دهد که اسـتفاده از ویناس برای کشت *اسـپیرولینا پلاتنسیس* ممکن اسـت یک فرایند ارزش افزوده باشد که می‌تواند تاثیرات محیطی آن را کاهش دهد. Barr - cal و همکاران در سال ۲۰۱۰ با افزایش ویناس تنها ۱/۴ برابر افزایش رشد را گزارش کردند (۱۸). همچنین با توجه به نمودار ۲ مشاهده می‌شود که میزان رشد و تولید زیست‌توده در پساب ته‌نشـینی کمتر از محیط کشـت اختصاصی زاروک بوده است. بازه pH برای رشـد اغلب ریزجلبک‌ها بین ۷ تا ۹ است. دلیل رشـد کمتر در ته نشینی نسـبت به زاروک می‌تواند نیازمندی *اسـپیرولینا* به محیطـی قلیایی و pH بهینه برابـر با ۹ تا ۱۱ باشـد که به دلیل اینکه پساب معمولا pH برابر با ۷-۶ داشته، در ابتدای فرایند مناسـب برای رشـد گونه *اسپیرولینا* نبوده اما بـا گذر زمان و رشـد جلبک pH محیـط افزایش پیدا می‌کند (۱۹). همچنیـن یکی دیگر از دلایـل آن می‌تواند کمبود مواد مغذی مورد نیاز و در دسترس موجود در پساب ته‌نشینی اولیه نسـبت به محیط کشـت اختصاصی زاروک باشد. اما با افزودن ویناس به عنوان مکمل این کاستی‌ها برطرف شده و میزان رشد چندین برابر افزایش پیدا می‌کند. بنابراین مشاهده می‌شود که



نمودار ۵- الف) منحنی تغییرات نیتروژن ب) منحنی تغییرات فسفات بر حسب زمان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

از پساب ته‌نشینی به همراه ویناس می‌توان برای افزایش رشد و دستیابی به مقدار بیشتری از زیست‌توده در صنعت برای کاهش هزینه‌های مرتبط با کشت استفاده کرد.

با بررسی پارامترهای تاثیرگذار بر میزان رشد اثر هر پارامتر در جدول ۴ نشان داده شده است. مهمترین پارامترهای موثر این تحقیق، غلظت ویناس و سپس شدت نور ($p<0/05$) بودند. دوره روشنایی-تاریکی به‌طور چشمگیری بر مقدار زیست‌توده تاثیر نمی‌گذارد. شرایط بهینه رشد ریزجلبک در غلظت ویناس ۰/۴ (v/v) درصد، شدت نور ۵۰۰۰ lux و دوره روشنایی ۱۰ h بود. میزان زیست توده به‌دست آمده در شرایط بهینه ۴۸۰ mg/L به‌دست آمد. ریزجلبک از نور به‌عنوان منبع انرژی برای سنتز پروتوپلاسم سلولی استفاده می‌کند (۲۰). همانطور که مشاهده می‌شود هنگامی‌که ریزجلبک‌ها در معرض شدت نوری بالاتر از حد اشباع قرار می‌گیرند قادر به استفاده از مازاد آن نیستند. افزایش شدت نور رشد را بهبود بخشیده اما هنگامی‌که شدت نور بیشتر از شدت نور اشباع شود رشد ریزجلبک‌ها مهار می‌شود (۲۱). همچنین مقدار ناکافی از نور در محدوده ۲۰۰۰ lux سرعت رشد را کاهش می‌دهد. در شدت نور بالا رشد سریع‌تر بوده و به این ترتیب نیازی به افزایش چرخه روشنایی-تاریکی نور نخواهد بود (۲۲). همچنین ویناس حاوی مواد مغذی مورد نیاز برای رشد ریزجلبک شامل مواد آلی، نیتروژن، فسفر و مواد معدنی همچون سولفات، کلرید، پتاسیم و منگنز است (۱۷). با توجه به نمودار ۴-الف اثر مثبت بر روی پارامترهای رشد در غلظت‌های پایین‌تر ویناس و اثر منفی در غلظت‌های بالاتر ویناس قابل مشاهده است. اثر منفی ویناس بنابر گزارش‌های موجود، ممکن است به دلیلی تغییرات فشار اسمزی باشد (۲۳). همچنین غلظت بالای ویناس ممکن است از جذب آب و مواد مغذی جلوگیری کرده و بنابراین برخی از فعالیت‌های متابولیکی به‌عنوان مثال فتوسنتز و تنفس و به دنبال آن رشد را کاهش دهد. استفاده از ویناس برای تولید زیست‌توده جلبکی طبق مطالعاتی که انجام شده است حتی در غلظت‌های پایین می‌تواند بازدارندگی ایجاد کند. ویناس به دلیل رنگ تیره و سمی بودن در هنگام استفاده ضروری است که برای کشت ریزجلبک رقیق شود (۱۲). Kadiogl و همکار در سال ۱۹۹۲ گزارش نمودند که اثرات سمی ویناس در غلظت‌های بالا از مواد آلی و مواد معدنی مسئول هدایت الکتریکی بالای برخی از مواد و دانه‌ها همچون رنگدانه‌های فتوسنتزی از سیتوپلاسم به محیط کشت بوده که این پدیده ممکن است باعث ایجاد مشکلات اسمزی برای موجودات آب شیرین و سبب تخریب سلول‌ها شود (۲۴). همچنین همزمان با رشد ریزجلبک در محیط پساب، تصفیه زیستی پساب نیز انجام می‌شود. بعد از به‌دست آوردن شرایط بهینه رشد، به بررسی میزان حذف نیتروژن کل و فسفات در شرایط بهینه و در انتهای دوره رشد پرداخته شد تا توانایی گونه جلبکی در تصفیه پساب مشخص گردد. همانطور که مشاهده شد در طی ۸ روز فرایند رشد ریزجلبک، میزان حذف نیتروژن کل در ارتباط با جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* ۶۳ درصد و حذف فسفر ۹۷ درصد بود. در بررسی‌های به‌عمل آمده توسط Jun Zhai و همکاران در سال ۲۰۱۷ راندمان حذف نیتروژن و فسفر از فاضلاب شهری توسط ریزجلبک *اسپیرولینا* به‌ترتیب ۸۱/۵۱ و ۸۰/۵۲ درصد و راندمان حذف نیتروژن و فسفر کل ۹۲/۵۸ و ۹۴/۱۳ درصد در کشت اتوتروف بود (۲۵). همچنین Mezzomo و همکاران در سال ۲۰۱۰، حذف ۸۴/۳ درصد COD و ۴۱/۶ درصد از فسفر در فاضلاب خوک را گزارش کردند (۲۶). Kong و همکاران در سال ۲۰۱۰ با آزمایش بر روی *کلامایدوموناس* در فاضلاب شهری به حذف ۴۳ درصد نیتروژن کل و ۴۳ درصد فسفر دست یافتند (۲۷). این مشاهده ثابت می‌کند که یکی از مواد مغذی ضروری برای رشد ریزجلبک‌ها نیتروژن بوده که در فاضلاب شهری به میزان زیادی یافت می‌شود. بنابراین جلبک‌ها در هنگام رشد در پساب، نیتروژن را مصرف کرده و باعث کاهش مقدار آن در پساب می‌شوند. نیتروژن موجود در فاضلاب به مصرف رشد جلبک رسیده و عدم انجام نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون به‌منظور تصفیه پساب به این ترتیب جبران می‌شود. در آزمایش دیگری که توسط Koreiviene و همکاران انجام شد، دو گونه ریزجلبک شامل *کلرلا ولگاریس* و *سندسموس* در پساب گرفته شده از ته نشینی اولیه تصفیه خانه شهری به صورت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

سیســـتم بسته و به حجم L ۰/۲۳ طی ۲۱ روز کشت داده شد. نتایج حاصل نشـــان‌دهنده ۹۶/۴-۸۸/۶ درصد حذف فســـفر و ۹۹/۹ - ۹۹/۷ درصـــد حذف نیتـــروژن بود (۲۸). Gouveia و همکاران در سال ۲۰۱۶ در فاضلاب شهری مخلوطی از دو گونه جلبکی *کلرلا ولگاریس* و *سندســـموس ابلیکوس* را کشت دادند. این پژوهشـــگران با تولید mg/L.day ۹۰۰ -۱۰۰ زیست‌توده موفـــق به حذف ۹۸-۸۴ درصد نیتـــروژن کل، ۱۰۰-۹۲ درصد فسفر و ۶۴-۳۲ درصد COD شـــدند. مقایسه نتایج حاصل از پژوهش‌های گذشـــته با نتایج به‌دســـت آمـــده از آزمایش انجام گرفتـــه حاکی از توانایی بالقوه ریزجلبک‌ها در اســـتفاده از مواد مغذی پساب و تولید همزمان زیست‌توده است (۲۹).

نتیجه‌گیری

در حال حاضر مطالعات زیادی بر روی تصفیه زیســـتی پساب از طریق جلبک‌ها انجام شده است. آزمایش‌های انجام شده بر روی ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* نشان داد که این گونه قادر به رشـــد در پســـاب بوده و با افزایش ویناس به‌عنوان مکمل رشد، میزان رشـــد چندین برابر افزایش پیدا می‌کند. بیشترین میزان زیســـت‌توده مربوط به پســـاب ته‌نشـــینی به‌همراه (v/v) ۰/۲۵ درصـــد ویناس به میـــزان mg/mL ۳/۱۹ بود. با انجام طراحی آزمایـــش برای بررســـی اثر غلظت ویناس، شـــدت نـــور و دوره روشنایی-تاریکی، شرایط بهینه رشد برای ریزجلبک *اسپیرولینا* در غلظـــت ویناس (v/v) ۰/۴ درصد، شـــدت نـــور lux ۵۰۰۰ و دوره روشـــنایی h ۱۰ حاصل شـــد. میزان زیست‌توده در این شرایط mg/L ۴۸۰ به‌دست آمد. با بررسی پارامترهای موثر بر رشـــد و مقایســـه نتایج می‌توان نتیجه گرفت که غلظت ویناس و شدت نور بیشـــترین اثر و دوره روشنایی-تاریکی کمترین اثر را بر رشـــد داشته اســـت. افزایش غلظت ویناس ممکن است از جـــذب آب و مواد مغذی جلوگیری کرده و برخی از فعالیت‌های متابولیکـــی همانند فتوســـنتز و تنفس و به دنبال آن رشـــد را کاهش دهد. همچنین رشد ریزجلبک در پساب منجر به حذف درصد بالایی از پارامترهای پســـاب همچون نیتروژن و فســـفات شـــد. در طـــی ۸ روز میزان حذف نیتروژن، فســـفات و COD به ترتیـــب برابر با ۶۳، ۹۷ و ۷۳ درصد بـــود. به‌طورکلی، نتایج ایـــن پژوهش بیانگر بازیافت موفقیت‌آمیز مواد مغذی موجود در پساب با اســـتفاده از روش سبز و دوستدار محیط‌زیست تصفیه زیستی با استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بوده است که می‌تواند مورد توجه پژوهشـــگران و صنعتگران در این زمینه قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویســـندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانـــه، تحریف داده‌ها و داده‌ســـازی را در ایـــن مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشـــی از پایان‌نامه با عنوان "بررســـی تجربی آبکافـــت زیســـت‌توده جلبکی بـــرای اســـتخراج کربوهیدرات و پروتئین" در مقطع کارشناســـی ارشد ســـال ۱۳۹۵ است که با حمایت دانشگاه تربیت مدرس اجرا شده است.

References

1. Malakootian M, Hatami B, Dolatshahi S, Rajabzadeh A. Survey of Solvent type and drying of biomass effects on lipid extraction from Nannochloropsis Oculata for biodiesel production. Iranian Journal of Health and Environment. 2014;7(1):11-20 (in Persian).
2. Ghoreishi B, Aslani H, Dolatkhah A, Abdoli Seilabi A, Mosaferi M. Evaluation of Microbial Quality in Biosolids Generated from Municipal Wastewater Treatment Plants. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(1):81-90 (in Persian).
3. Safari M, Ahmady-Asbchin S, Soltani N. The potential of cyanobacterium Schizothrix vaginata ISC108 in biodegradation of crude oil. Iranian Journal of Health and Environment. 2014;7(3):363-74 (in Persian).
4. Abed RM, Dobretsov S, Sudesh K. Applications of

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

cyanobacteria in biotechnology. Journal of Applied Microbiology. 2009;106(1):1-12.
5. Maity JP, Bundschuh J, Chen C-Y, Bhattacharya P. Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment: Present and future perspectives–A mini review. Energy. 2014;78:104-13.
6. Aslan S, Kapdan IK. Batch kinetics of nitrogen and phosphorus removal from synthetic wastewater by algae. Ecological Engineering. 2006;28(1):64-70.
7. McGinn PJ, Dickinson KE, Park KC, Whitney CG, MacQuarrie SP, Black FJ, et al. Assessment of the bioenergy and bioremediation potentials of the microalga Scenedesmus sp. AMDD cultivated in municipal wastewater effluent in batch and continuous mode. Algal Research. 2012;1(2):155-65.
8. Su Y, Mennerich A, Urban B. Coupled nutrient removal and biomass production with mixed algal culture: impact of biotic and abiotic factors. Bioresource Technology. 2012;118:469-76.
9. Qin L, Wang Z, Sun Y, Shu Q, Feng P, Zhu L, et al. Microalgae consortia cultivation in dairy wastewater to improve the potential of nutrient removal and biodiesel feedstock production. Environmental Science and Pollution Research. 2016;23(9):8379-87.
10. Goncalves AL, Pires JC, Simoes M. A review on the use of microalgal consortia for wastewater treatment. Algal Research. 2017;24:403-15.
11. Coca M, Peña M, González G. Chemical oxidation processes for decolorization of brown-colored molasses wastewater. Ozone: Science and Engineering. 2005;27(5):365-69.
12. dos Santos RR, Araújo OdQF, de Medeiros JL, Chaloub RM. Cultivation of Spirulina maxima in medium supplemented with sugarcane vinasse. Bioresource Technology. 2016;204:38-48.
13. Coca M, Barrocal VM, Lucas S, González-Benito G, García-Cubero MT. Protein production in Spirulina platensis biomass using beet vinasse-supplemented culture media. Food and Bioproducts Processing. 2015;94:306-12.
14. Wang L, Min M, Li Y, Chen P, Chen Y, Liu Y, et al. Cultivation of green algae Chlorella sp. in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2010;162(4):1174-86.
15. Kim S, Lee Y, Hwang S-J. Removal of nitrogen and phosphorus by Chlorella sorokiniana cultured heterotrophically in ammonia and nitrate. International Biodeterioration & Biodegradation. 2013;85:511-16.
16. Aravantinou AF, Theodorakopoulos MA, Manariotis ID. Selection of microalgae for wastewater treatment and potential lipids production. Bioresource Technology. 2013;147:130-34.
17. Deng X, Gao K, Addy M, Chen P, Li D, Zhang R, et al. Growing Chlorella vulgaris on mixed wastewaters for biodiesel feedstock production and nutrient removal. Journal of Chemical Technology & Biotechnology. 2018;93(9):2748-57.
18. Barrocal VM, García-Cubero MT, González-Benito G, Coca M. Production of biomass by Spirulina maxima using sugar beet vinasse in growth media. New Biotechnology. 2010;27(6):851-56.
19. Colla LM, Reinehr CO, Reichert C, Costa JAV. Production of biomass and nutraceutical compounds by Spirulina platensis under different temperature and nitrogen regimes. Bioresource Technology. 2007;98(7):1489-93.
20. Wahidin S, Idris A, Shaleh SRM. The influence of light intensity and photoperiod on the growth and lipid content of microalgae Nannochloropsis sp. Bioresource Technology. 2013;129:7-11.
21. Chen X, Goh QY, Tan W, Hossain I, Chen WN, Lau R. Lumostatic strategy for microalgae cultivation utilizing image analysis and chlorophyll a content as design parameters. Bioresource Technology. 2011;102(10):6005-12.
22. Jadhav U, Hocheng H. A review of recovery of metals from industrial waste. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2012;54(2):159-67.
23. Ramirez NNV, Farenzena M, Trierweiler JO. Growth of microalgae Scenedesmus sp in ethanol vinasse. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2014;57(5):630-35.
24. Kadioğlu A, Algur ÖF. Tests of media with vinasse for Chlamydomonas reinhardii for possible reduction in vinasse pollution. Bioresource Technology. 1992;42(1):1-5.
25. Zhai J, Li X, Li W, Rahaman MH, Zhao Y, Wei B,

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

et al. Optimization of biomass production and nutrients removal by Spirulina platensis from municipal wastewater. Ecological Engineering. 2017;108:83-92.
26. Mezzomo N, Saggiorato AG, Siebert R, Tatsch PO, Lago MC, Hemkemeier M, et al. Cultivation of microalgae Spirulina platensis (Arthrospira platensis) from biological treatment of swine wastewater. Food Science and Technology. 2010;30(1):173-78.
27. Kong Q-x, Li L, Martinez B, Chen P, Ruan R. Culture of microalgae Chlamydomonas reinhardtii in wastewater for biomass feedstock production. Applied biochemistry and Biotechnology. 2010;160(1):9.
28. Koreivienė J, Valčiukas R, Karosienė J, Baltrėnas P. Testing of Chlorella/Scenedesmus microalgae consortia for remediation of wastewater, CO2 mitigation and algae biomass feasibility for lipid production. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2014;22(2):105-14.
29. Gouveia L, Graça S, Sousa C, Ambrosano L, Ribeiro B, Botrel EP, et al. Microalgae biomass production using wastewater: treatment and costs: scale-up considerations. Algal Research. 2016;16:167-76.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Algal treatment of a mixture of urban wastewater and Vinasse using *Spirulina platensis* microalgae

M Gholizadeh, M Nosrati*

Department of Biotechnology Engineering, School of Chemical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 20 July 2019

Revised: 9 October 2019

Accepted: 15 October 2019

Published: 21 December 2019

Keywords: *Spirulina platensis*, Urban wastewater, Algae treatment, Vinasse

***Corresponding Author:**
mnosrati20@modares.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Algal wastewater treatment is a new and economic technology to remove and recycle nutrients from wastewater. In order to investigate the effect of vinasse on microalgae growth and also the effect of its growth on nitrogen and phosphate removal in a mixture of urban wastewater and vinasse, the growth of *Spirulina platensis* was studied.

Materials and Methods: Growth ability of *spirulina* in the urban wastewater and the effect of vinasse on growth rate was investigated by the calculation of biomass. The effect of concentration of vinasse, intensity of light and light-dark cycle on growth rate were studied by DESIGN EXPERT and CCD method. By selecting the optimized conditions, rates of nitrogen, phosphate and COD removal was investigated at the end of the growth period.

Results: The results showed that adding vinasse to wastewater increased the growth rate and the highest amount of biomass of 3.19 mg/mL was obtained in the sedimentary stream containing 0.25% vinasse. By evaluating the effect of vinasse concentration, intensity of light and light-dark cycle on growth rate, optimal conditions at vinasse concentration 0.4% (v/v), light intensity of 5000 lux and light period of 10 hours, 480 (mg/L) of biomass was obtained. The percentage of removal of nitrogen, phosphate and COD was 63%, 97% and 73% respectively.

Conclusion: The results of this study indicated the capability of urban wastewater and vinasse in order to replace Zarouk's culture medium for growth of *Spirulina* microalgae. These microalgae were able to remove high percentage of nutrients in the wastewater.

Please cite this article as: Gholizadeh M, Nosrati M. Algal treatment of a mixture of urban wastewater and Vinasse using Spirulina platensis microalgae. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(3):423-36.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-11-10]