کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش نرم‌افزار Word برای پژوهشگران

روش تحقیق کمی

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

Archive of SID

نخستین سمینار شیمی کاربردی ایران (1IACS)
۲-۱ شهریور ۱۳۹۵، دانشکده شیمی، دانشگاه تبریز

بررسی تجزیه زیستی در پساب رنگی صنعت نساجی به وسیله‌ی کشت ریزجلبک *Chlorella vulgaris*

آرش یزدانی بیوکی*[۱]، میثم نوروزی فر[۱]، عباس فرازمند[۲]، مهناز مظاهری اسدی[۲]

۱- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۲- پژوهشکده زیست فناوری، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

چکیده: *با رشد روز افزون جمعیت و تقاضای جوامع شهری به محصولات تولیدی و نیز رشد چشمگیر واحدهای صنعتی و تولیدات این صنایع در چند دهه اخیر، دفع پساب های حاصل در این واحدها به عنوان چالشی جدی مطرح می شود. از جمله صنایعی که مقادیر زیادی آب مصرف و به همان میزان پساب تولید می کند، صنعت نساجی و به ویژه بخش رنگرزی آن می باشد. به کارگیری ریزجلبک ها در تصفیه پساب به عنوان روش جدیدی در حذف آلاینده ها می باشد. هدف اصلی این مطالعه کاهش این آلاینده ها با کشت ریزجلبک Chlorella vulgaris در پساب نساجی می باشد که منجر به حذف بیش از ۶۰ ٪ کربن کل، درحدود ۸۰ ٪ NO_2-N، بیش از ۹۰ ٪ NO_3-N، حدود ۷۰ ٪ NH_4-N و ۶۰ ٪ فسفر گردید. همچنین ریزجلبک فوق توانست بیش از ۷۰ ٪ نیتروژن کل را حذف نموده و نسبت C:N:P را نیز کاهش دهد. به عبارتی دیگر ریزجلبک مذکور از منابع کربن، نیتروژن و فسفر به عنوان مواد مغذی جهت رشد خود استفاده نموده که نتیجه آن کاهش ۶۰ درصدی TS پساب بوده است.*

واژه های کلیدی: *ریزجلبک، Chlorella vulgaris، تجزیه زیستی، پساب صنایع نساجی*

مقدمه

مسئله حفاظت از محیط زیست یکی از مهمترین مسائلی است که امروزه واحدهای صنعتی درگیر آن هستند. با رشد روز افزون جمعیت و تقاضای جوامع شهری به محصولات تولیدی، واحدهای صنعتی نظیر صنایع غذایی، صنایع لایه نشانی فلزات، صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع معدنی، صنایع نساجی و ... و نیز رشد چشمگیر تولیدات این صنایع در چند دهه اخیر، دفع پساب های حاصل در این واحدها به عنوان چالشی جدی مطرح شد. از جمله صنایعی که مقادیر زیادی آب مصرف و به همان میزان پساب تولید می کند، صنعت نساجی و به ویژه بخش رنگرزی آن می باشد. پساب خروجی از این کارخانجات محتوی مقادیر زیادی رنگدانه های آلی مصنوعی بوده که در صورت ورود به محیط زیست، منجر به آلودگی و مرگ و میر موجودات زنده می شود. لذا، راهکارهای زیادی توسط پژوهشگران و حامیان محیط زیست در جهت کاهش این نوع آلودگی ها ارائه شد. به طور کلی این راهکارها شامل سه دسته اصلی فیزیکی، شیمیایی و زیستی بوده است [۱]. فرایند های فیزیکی و شیمیایی در واقعیت روش های مناسبی برای حذف این قبیل آلاینده ها می

* نویسنده مسئول: a.yazdani8463@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

باشند، اما به دلیل هزینه های زیاد، تولید آلودگی های دیگر بعد از انجام فرایند و دیگر مشکلات، روش زیست پالایی یا پالایش توسط موجودات زنده مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفت. از جمله روش های زیست پالایی، استفاده از ریزجلبک می باشد. ریزجلبک ها موجوداتی میکروسکوپی هستند که انرژی نورانی خورشید ودی اکسید کربن را به اکسیژن و کربوهیدرات ها تبدیل می کنند و سپس از آنها جهت تولید سایر اجزای زنده و زیستی استفاده می کنند. ریزجلبک ها می توانند در پساب های غنی از کربن، نیتروژن و فسفر رشد کنند و پتانسیل بسیار بالایی در حذف این ترکیبات از پساب دارند [۲].

به کارگیری جلبک ها در تصفیه فاضلاب به عنوان روش جدیدی در حذف آلاینده ها می باشد. در سیستم کشت فاضلاب جلبک ها قادر هستند طی فرایند فتوسنتز از انرژی خورشید و دی اکسیدکربن استفاده کرده وآلاینده های آلی را که شامل مقادیر بالایی از نیتروژن و فسفر هستند را به ساختارهای سلولی مانند لیپیدها یا کربوهیدرات تبدیل کنند. همچنین جلبک ها قابلیت تشکیل کمپلکس با فلزات سنگین را داشته که می توانند درجداسازی فلزات از فاضلاب ها و آب های آلوده مؤثر باشند [۳]. بررسی علمی استفاده از ریزجلبک ها به صورت صنعتی اولین بار در کشورهای ایالات متحده امریکا، آلمان و ژاپن جهت تولیدات غذایی از آنها انجام گرفت که در ژاپن به عنوان ماده غذایی مصرفی در اوایل دهه ۱۹۶۰ وارد بازار شد. اولین ریزجلبک مورد استفاده *Clorella. sp* بود که یک ریزجلبک سبز می باشد. کشت این ریزجلبک به طور معمول نیاز به مقادیر زیادی *Seed culture* (ماده تلقیحی) جهت اطمینان از خالص بودن کشت دارد. ریزجلبک بعدی که به طور موفقیت آمیزی امتیاز تولید تجاری را به دست آورد *Spirulina. sp* بود که در سال ۱۹۶۰ به عنوان غذای سنتی مردمی که اطراف دریاچه قلیایی *Chad* در آفریقا زندگی می کردند شناخته شد. تردیسی در سال ۱۹۹۲ گزارش داد که ریزجلبک *Chlorella vulgaris* در مرحله ثانویه تصفیه فاضلاب شهری به طور کامل باعث حذف ازت و فسفر از پساب طی یک دوره ۲۴ ساعته گردیده است. حمودا در سال ۱۹۹۵ مشاهده کرد که ریزجلبک *Chlorella vulgaris* حدود ۱۰۰ درصد ازت، فسفر و آمونیاک را در انتهای مرحله تصفیه حذف می نماید. این جلبک میکروسکوپی با قطر ۲ تا ۱۰ میکرون و در آب های شیرین زندگی می کند [۴].

برای شناسایی سیستم های زیستی کارآمد در این فرآیند انتخاب بهترین نوع از ریزجلبک ها جهت استفاده کاربردی و عملی ضروری است، لذا در این مطالعه از کشت ریزجلبک *Chlorella vulgaris* در پساب نساجی برای حذف هم زمان ترکیب های کربن، نیتروژن و فسفر پساب صنایع نساجی استفاده شد.

بخش تجربی

در این تحقیق، از ریزجلبک *Chlorella vulgaris* موجود در بانک جلبک مرکز منطقه ای کلکسیون میکرو ارگانیسم های صنعتی ایران در آزمایش ها استفاده گردید. نمونه پساب نساجی از گروه فرش فرهی، واقع در شهر کاشان *(34°01'11.2"N 51°22'53.2"E)* تهیه و پساب ها پس از اتوکلاو برای انجام آزمایش ها در ظروف پلاستیکی و دمای *۱۰°C*- نگهداری شد. ۲ ارلن به حجم *cc* ۲۵۰ حاوی *cc* ۱۵۰ پساب کارخانه نساجی در نظر گرفته شد که *pH* آن ها برای رشد بهینه ریزجلبک فوق به ۷ رسانده شد. به یکی از ارلن ها ۱۰ درصد محیط کشت معادل *cc* ۱۵ ریزجلبک *Chlorella vulgaris* اضافه گردید و ارلن دیگر به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. سپس هر ارلن در شرایط استاندارد و یکسان جهت اختلاط و هوادهی در دستگاه شیکر قرار گرفت، همچنین جهت نوردهی نمونه ها نیز از ۸ عدد لامپ فلورسنت سرد با مجموع نوردهی ۳۵۰۰ لوکس و دمای *۲۵°C* به مدت ۱۴ روز استفاده گردید [۵].

ویژگی های پساب کارخانه نساجی و میزان کاهش مواد غذایی پساب که به عنوان محیط کشت در نظر گرفته شده بود به ویژه کربن، نیتروژن و فسفر در پایان کشت توسط روش های استاندارد *APHA* [۶] اندازه گیری شد. همچنین سایر پارامترهای

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه زیستی از جمله *EC*، *TDS*، *TSS* و *TS* نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

از *HACH Portable Multi-Parameter Meter* مدل: *HQ40d* برای اندازه گیری *EC* و *pH* استفاده شد، همچنین برای اندازه گیری ۲۵ عنصر موجود در پساب از روش اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی، با دستگاه *PerkinElmer Optima 8000 ICP-OES Spectrometer* استفاده گردید. *TOC* با استفاده از دستگاه *SGE Analytical Science ANATOC Series II* و NH_4 *-N* توسط دستگاه *FOSS Kjeltec™ 2300* و سایر پارامتر ها نظیر *TDS*، *TSS*، *TS*، NO_3 *–N* و NO_2 *–N* با استفاده از روش استاندارد *APHA* [۶] اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری PO_4 *–P* از اسپکتروفوتومتر *JASCO V-570* و روش استاندارد *APHA* [۶] استفاده گردید.

نتایج و بحث

رشد چشمگیر جلبک ها درآب های غنی از مواد غذایی یک پدیده عمومی است که نقش مهمی در حذف انواع مواد معدنی و مواد حاصل از فعالیت های متابولیکی موجودات زنده دارد. مقایسه ساده غلظت های ابتدایی و نهایی مواد غذایی می تواند منجر به ارزیابی جلبک ها به عنوان حذف کنندگان مواد غذایی شود [۷].

جدول ۱: ویژگی های پساب خروجی (نمونه شاهد) و تصفیه شده به وسیله ریزجلبک *Chlorella vulgaris*

پساب تصفیه شده	نمونه پساب شاهد	پارامتر های اندازه گیری شده
198.221±6.35	*530.275±8.21*	*TOC (ppm) **
12±0.18	*52±0.60*	NO_2 *-N (ppm) **
2±0.95	*28±0.27*	NO_3 *-N (ppm) **
39±0.35	*112±1.2*	NH_4 *-N (ppm) **
19±0.32	*47±0.52*	PO_4 *-P (ppm) **
10:3:1	*11:4:1*	*C:N:P ratio***
418.33±10.11	*2790.78±11.12*	*EC (µs/cm) **
1244±12.5	*2630±25.9*	*TDS (ppm) **
38±0.88	*304±3.34*	*TSS (ppm) **
1282	*2934*	*TS (ppm)*

* : نشان دهنده انحراف استاندارد می باشد ($n=3$).

** : N مجموع NO_2-N, NO_3-N و NH_4-N می باشد.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود یافته های این تحقیق نشان داد که ریزجلبک *Chlorella vulgaris* در پساب غنی از کربن، نیتروژن و فسفر رشد کرده و با توجه به میزان بقای بالا و رشد مناسب، این گونه نیروی بالقوه ی مناسبی برای تصفیه زیستی پساب های غنی از کربن، نیتروژن و فسفر دارد. همچنین مقدار ۲۵ عنصر موجود در پساب توسط روش اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی در جدول ۲ آمده است .

جدول ۲- مقدار عناصر اندازه گیری شده در پساب خروجی

Element	*Value (ppm)*
Ag	*0.2*
Al	*0.1*
As	*<0.01*
Bi	*<0.01*
Ca	*15*
Cd	*<0.01*
Co	*<0.01*
Cr	*<0.01*
Cu	*0.02*
Fe	*0.6*
Hg	*<0.01*
K	*<0.01*
La	*<1.0*
Mg	*5.0*
Mn	*0.04*
Mo	*<0.01*
Ni	*<0.01*
Pb	*<0.01*
Sb	*4*
Sc	*<0.01*
Se	*<1.0*
Sn	*<0.01*
Sr	*<1.0*
Tl	*<0.01*
Zn	*0.04*

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که تجزیه زیستی توسط ریزجلبک *Chlorella vulgaris* روشی مناسب، کم هزینه و مقرون به صرفه جهت حذف یا کاهش مواد مغذی مانند کربن، نیتروژن و فسفر، با شاخص هایی مانند *EC*، *TDS*، *TSS* و *TS* می باشد. همچنین این ریزجلبک قادر به حذف و همچنین آلاینده هایی نظیر فلزات سنگین نیز می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده ریزجلبک فوق قادر به حذف بیش از ۶۰ ٪ کربن کل، درحدود ۸۰ ٪ NO_2-N، بیش از ۹۰ ٪ NO_3-N، حدود ۷۰ ٪ NH_4-N و ۶۰ ٪ فسفر می باشد. همچنین ریزجلبک فوق توانست بیش از ۷۰ ٪ نیتروژن کل را حذف نموده و نسبت *C:N:P* را نیز کاهش دهد. به عبارتی دیگر ریزجلبک مذکور از منابع کربن، نیتروژن و فسفر به عنوان مواد مغذی جهت رشد خود استفاده نموده و که نتیجه آن کاهش ۶۰ درصدی *TS* پساب بود.

به علت اینکه میزان فلزات سنگین موجود در پساب از استاندارد *WHO* [۸] برای آب کشاورزی پایین تر بود اندازه گیری مجدد آن ها در پساب تصفیه شده توجیه علمی نداشت ولی در صورت وجود فلزات سنگین بیش از این حد نیز ریزجلبک فوق قادر به کاهش یا حذف غلظت آن ها بود [۷].

لازم به ذکر است به دلیل رشد مناسب ریزجلبک ها، زیست توده جلبکی حاصل شده که از آن می توان در تولید سوخت زیستی به عنوان جایگزین مناسب برای سوخت های رایج در مطالعات بعدی استفاده گردد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله نویسندگان این مقاله به خاطر تمامی حمایت ها و مساعدت های مادی و معنوی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران (*IROST*) و دانشگاه سیستان و بلوچستان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

[1] Ali M., Sreekrishnan T., Aquatic toxicity from pulp and paper mill effluents: a review, Advances in Environmental Research., 5: 175-196 (2001).
[2] Robinson T., McMullan G., Marchant R., Nigam P., Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative, Bioresource technology., 77: 247-255 (2001).
[3] Banat I.M., Nigam P., Singh D., Marchant R., Microbial decolorization of textile-dyecontaining effluents: a review, Bioresource technology., 58: 217-227 (1996).
[4] Voltolina,D., H.,Gmez-Villa and G.,Correa. Biomass production and nutrient removal in semicontinuous cultures of Scenedesmus sp. (Chlorophyceae) in artificial wastewater, under a simulated day-night cycle. Vie Milieu,. 54: 21-25 (2004).
[5] Wehr J.D., Freshwater algae of North America: ecology and classification, Academic Press, (2002).
[6] Clesceri L.S., Eaton A.D., Greenberg A.E., A.P.H. Association, A.W.W. Association, W.E. Federation, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, (1998).
[7] Sekomo C.B., Rousseau D.P., Saleh S.A., Lens P.N., Heavy metal removal in duckweed and algae ponds as a polishing step for textile wastewater treatment, Ecological Engineering,. 44: 102-110 (2012). [8] W.H. Organization, WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey Water, in, Volume (2006).

www.SID.ir

Archive of SID

Studying the biodegradation of coloured textile industry wastewater using Chlorella vulgaris microalgae cultivation

***Arash Yazdani Biyouki*[a*], Meissam Noroozifar[a], Abbas Farazmand[b], Mahnaz Mazaheri Assadi[b]**

[a] *Department of Chemistry, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran*

[b] *Biotechnology Department, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran*

***Abstract**:*

With the increasing growth of the population and the growing demand of urban communities for manufacturing products and also dramatic growth of industrial units and production of these industries in the last few decades, disposal of wastewater in these units posed a serious challenge. The Industries that consume large amounts of water and generate wastewater is textile and especially dyeing unit. Using algae in wastewater treatment is a new approach for the removal of contaminants. The main objective of this study is to reduce these pollutants by cultivating Chlorella vulgaris microalgae in textile wastewater that leads to remove more than 60% of the total Carbon, about 80% NO2 -N, more than 90% NO3 -N, about 70% NH4 - N and 60% of phosphorus. Also mentioned microalgae could remove more than 70% of total Nitrogen and reduce the C: N: P ratio. In other words, the mentioned microalgae use sources of Carbon, Nitrogen and Phosphorus as nutrients for its growth and as a result, the TS of wastewater were reduced for 60 percent.

Keywords: *Microalgae; Chlorella vulgaris; biodegradation; textile industry wastewater*

**Corresponding author: a.yazdani8463@yahoo.com*

www.SID.ir

کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش نرم‌افزار Word برای پژوهشگران

روش تحقیق کمی

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI