Journal of Occupational and Environmental Health

Vol. 1, No. 1, Winter 2016, Pages 26 - 34

The Survey of Algal Population Fluctuations in the Wastewater Stabilization Ponds- Case Study: Islamabad-e-Gharb Domestic Wastewater Treatment Plant

Almasi A[1], Sharafi K*[2], Asadi F[3]

1. Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.
2. Instructor of Environmental Health Engineering Department, Kermanshah University of Medical Sciences and Ph.D student of Environmental Health Engineering Department, Public Health School, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran.
3. MSc of Environmental Health Engineering Department, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

**** Corresponding author.*** Tel: +989183786151 Fax: +988338263048 E-mail: kio.sharafi@gmail.com

Received: May 10, 2015 Accepted: Sep 7, 2015

ABSTRACT

Background & objectives: Algal symbiotic relationship with bacteria plays an important role in wastewater treatment in facultative ponds. The purpose of this study is to survey algal population fluctuations as an index of system performance in Islamabad-e-Gharb wastewater stabilization pond systems.

Methods: In this study, 138 samples (23 from each stabilization pond) were taken biweekly from effluent of the ponds. Detection and counting the algae and chlorophyll "a" was done based on standard methods for the examination of water and wastewater.

Results: The average of algal cells counted in anaerobic ponds effluent of A1 and A2 were 30±11 and 28±8 cell/ml respectively. The respective values for effluent of F5 and F6 primary facultative ponds were determined as $5.7\times10^4\pm$ (6.3×10^3) and $6.52\times10^4\pm$ (7.7×10^4) cell/ml and in effluent of F7 and F8 secondary facultative pond $2.8\times10^5\pm$ (2.8×10^5) and $4.5\times10^5\pm$ (4.5×10^5) cell/ml, respectively. Average of chlorophyll "a" in effluent of F5, F6, F7 and F8 were respectively$1.4\times10^3\pm$ (6.3×10^2), $1.92\times10^3\pm$ (6.6×10^2), $1.43\times10^3\pm$ (6.08×10^2) and $1.93\times10^3\pm$ (6.7×10^2) µg/l.

Conclusion: Agreement of predicted and counted population of chlorophyll "a" along with the type of the predominant algae in effluent of the system, as well as the number of algal cells in effluent of facultative ponds confirm healthy functions and a desirable performance of the system.

Keyword: Algal Population; Wastewater Stabilization Ponds; Islamabad-e-Gharb.

بررسی تغییرات جمعیت جلبکی برکه‌های تثبیت تصفیه فاضلاب- مطالعه موردی: تصفیه‌خانه فاضلاب خانگی اسلام‌آباد غرب

علی الماسی[۱]، کیومرث شرفی[۲*]، فاطمه اسدی[۳]

۱. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران ۲. مربی و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه و دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۳۷۸۶۱۵۱ فکس: ۰۸۳۳۸۲۶۳۰۴۸ ایمیل: kio.sharafi@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: جلبک‌ها با داشتن رابطهٔ همزیستی با باکتری ها، نقش بسیار مهمی در تصفیهٔ فاضلاب توسط برکه های اختیاری ایفا می کنند. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات جمعیت جلبکی برکه های تثبیت فاضلاب اسلام آباد غرب بعنوان شاخص سلامت سیستم برکه ای می باشد.

روش کار: در این مطالعه به مدت یک سال، ماهی دو بار بطور تصادفی از پساب برکه های اختیاری نمونه برداری گردید. جمعاً ۱۳۸ نمونه (۲۳ نمونه از پساب خروجی هر یک از برکه ها) برداشت شد. تشخیص نوع و شمارش جلبک ها و کلروفیل آ طبق روش استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب انجام گرفت.

یافته ها: میانگین تعداد سلول جلبکی پساب خروجی برکه های بی هوازی A1 و A2 به ترتیب برابر با ۱۱±۳۰ و ۸±۲۵ سلول در میلی لیتر و این میزان در پساب خروجی برکه های اختیاری اولیه F5 و F6 به ترتیب برابر با $(۶/۳\times۱۰^{۳})\pm(۵/۷\times۱۰^{٤})$ و $(۷/۷\times۱۰^{٤})\pm۶/۵۲\times۱۰^{٤}$ و در برکه های اختیاری ثانویهٔ F7 و F8 به ترتیب برابر با $(۳/۵\times۱۰^{۵})\pm(۲/۸\times۱۰^{۵})$ و $(٤/۱\times۱۰^{۵})\pm٤/۵\times۱۰^{۵}$ سلول در میلی لیتر حاصل شد. میانگین میزان کلروفیل آ در پساب خروجی برکه های F5، F7، F6 و F8 به ترتیب برابر با $(۶/۳\times۱۰^{۲})\pm۱/٤\times۱۰^{۳}$، $(۶/۶\times۱۰^{۲})\pm۱/۹۲\times۱۰^{۳}$، $(۶/۰۸\times۱۰^{۲})\pm۱/٤۳\times۱۰^{۳}$، $(۶/۷\times۱۰^{۲})\pm۱/۹۳\times۱۰^{۳}$ میکرو گرم در لیتر بدست آمد.

نتیجه گیری: همخوانی جمعیت تخمینی و کلروفیل آ سنجیده شده دلیلی بر کارکرد مطلوب برکه های اختاری می‌باشد. گونه های جلبکی غالب موجود در پساب خروجی سیستم، تعداد سلول جلبکی و میزان کلروفیل آ در پساب خروجی برکه های اختیاری مؤید سلامت آنها و کارایی مطلوب سیستم می باشد.

واژه های کلیدی: جمعیت جلبکی، برکه های تثبیت فاضلاب، اسلام آباد غرب

دریافت: ۹٤/۲/۲۰ **پذیرش:** ۹٤/۶/۱۶

مقدمه

برکه‌های تثبیت یکی از روش‌های تصفیه طبیعی فاضلاب می‌باشد که در کشور ایران بدلیل مناسب بودن شرایط مناسب اقلیمی و در دسترس بودن زمین در بیشتر شهرها آن، سیستم مناسبی جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به شمار می‌رود (۱). متداول‌ترین نوع آنها، برکه‌های اختیاری هستند که در لایه‌های فوقانی آنها بدلیل وجود اکسیژن محلول، شرایط هوازی و در لایهٔ تحتانی بدلیل عدم وجود اکسیژن شرایط بی‌هوازی غالب است. در لایهٔ فوقانی آن، بین جلبک‌ها و باکتری‌های هوازی و اختیاری رابطهٔ همزیستی وجود دارد، بدین صورت که جلبک‌ها در حضور نور خورشید و مواد معدنی شروع به فعالیت فتوسنتز می‌نمایند که نتیجهٔ آن تولید جلبک‌های جدید و همچنین تولید اکسیژن محلول می‌باشد که باکتری‌ها از اکسیژن محلول

تولیدی توسط جلبک‌ها استفاده نموده و شروع به اکسیداسیون مواد آلی موجود در فاضلاب می‌نمایند که نتیجهٔ آن تجزیهٔ مواد آلی و رشد و تکثیر باکتری‌ها می‌باشد. در اثر اکسیداسیون مواد آلی، گاز و ترکیباتی همچون CO_2، PO_4 و NO_3 و... تولید می‌شود که بخشی از این گاز و ترکیبات مجدداً توسط جلبک‌ها در فعالیت فتوسنتز استفاده می‌شود (٤-۲). با توجه با رابطهٔ همزیستی مذکور، جلبک‌ها نقش بسیار مهمی در تصفیهٔ فاضلاب توسط برکه‌های اختیاری ایفا می‌کنند. در لایهٔ فوقانی برکهٔ اختیاری که ناحیه فتوسنتزکننده نامیده می‌شود، فعالیت فتوسنتز توسط طیف وسیعی از گونه‌های جلبکی (عمدتاً جلبک‌های سبز، سبز- آبی و دیاتومه‌ها) انجام گرفته و ۶۶-۱۰ گرم جلبک به ازاءِ هر مترمربع مساحت در روز تولید می‌نماید. متداول‌ترین گونه‌های جلبکی در برکه‌ها شامل کلامیدوموناس، ایوگلنا، کلرلا، سندسموس، میکرواکتینیوم، اسیلاتوریا و میکروسیستیس می‌باشد (۸-۵). فعالیت فتوسنتز جلبک‌ها که وابستگی زیادی به درجه حرارت و شدت نور دارد، باعث افزایشpH (بویژه زمانی که فاضلاب تصفیه شده قلیاییت کمی داشته باشد) شده و این امر ممکن است شرایطی را برای حذف مواد مغذی ایجاد نماید. در pH بالا، فسفر بصورت فسفات کلسیم رسوب می‌کند و یون آمونیوم ممکن است بصورت آمونیاک از محیط خارج گردد. غلظت جلبک‌ها در پساب برکه‌های اختیاری با توجه به میزان بارگذاری و درجه حرارت، معمولاً در محدودهٔ ۲۰۰۰- ۵۰۰ میکروگرم کلروفیل آ در هر لیتر قرار دارد (۹،۱). اگر چه کمتر و بیشتر از این میزان گزارش شده است. گونه‌های جلبکی غالب بستگی به فاکتورهای متفاوتی دارد. بعنوان مثال، دیاتومه‌ها در درجه حرارت پایین گونهٔ غالبند و افزایش درجه حرارت باعث افزایش رشد بیش از حد جلبک‌های سبز-آبی شده و این مسئله حتی ممکن است در لایه‌های سطحی برکه اختیاری باعث ایجاد بوی نامطبوع شود (۵). ایوگلنا تحت شرایط جوی مختلف دارای سازگاری بیشتری بوده و در تمامی فصول سال وجود دارد، بعد از ایوگلنا، سازگارترین جلبک مربوط به کلامیدوموناس، میکریکتینیوم، انکیسترودسیموس، سندسموس و کلرلا می‌باشد، در حالی که جلبک‌های تک سلولی به سرعت نسبت به تغییر شرایط محیطی، عکس‌العمل نشان می‌دهند (۱۰). علاوه بر آن موارد دیگری هستند که اهمیت شناسایی انواع و فراوانی جلبک‌های پساب خروجی برکه‌های اختیاری (که تابع فاکتورهایی مانند دما، سمیت نظیر غلظت هیدروژن سولفوره، pH، نورخورشید و غیره می‌باشد) را بیشتر مشخص می‌نماید. پساب ورودی به برکه‌های اختیاری اسلام‌آبادغرب از نظر سولفات مناسب می‌باشد (کمتر از ۲۵۰میلی گرم در لیتر) که مشکل سمیت سولفور آن منتفی می‌باشد. با توجه به جدیدالاحداث بودن تصفیه‌خانه شهر اسلام‌آباد غرب، بررسی جامع با رویکرد بهینه‌سازی پارامترهای بهره‌برداری و نگهداری و حصول پساب با کیفیت مطلوب بویژه از نظر جمعیت جلبکی ضروری است. در راستای این هدف کلی، سعی بر این شد که تغییرات جمعیت جلبکی برکه‌های تثبیت تصفیه فاضلاب اسلام‌آباد غرب مورد بررسی قرار گیرد تا نسبت به متناسب سازی پساب برای استفاده در روش‌های آبیاری بارانی یا قطره‌ای مداخلات درستی طراحی و اجرا گردد.

روش کار

شهر اسلام‌آباد غرب در دشت اسلام‌آباد در محدوده ۳٤ درجه و ۶ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی و ٤۶ درجه و ۳۱ دقیقه تا ٤۶ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع بین ۱۳۳۰ تا ۱۳۸۰ متر از سطح دریا قرار گرفته ا ست. غالب اقلیم منطقه نیمه خشک می‌باشد. سیستم تصفیه فاضلاب این تصفیه‌خانه، برکه‌های تثبیت است (شکل ۱) که در سال ۱۳۸٤ به بهره‌برداری رسیده ا ست. جمعیت تحت پوشش فعلی و جمعیت تحت پوشش آیندهٔ آن

بـه ترتیـب ۹۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ نفـر مـی‌باشـد. دبـی ورودی فعلی به تصـفیه‌خانـه ۱۳۵۰۰ متـر مکعـب در روز می‌باشد. دبی متوسط ورودی فعلی به هر سری از سیسـتم تصـفیه‌خانـه ۱۳۵۰۰ متـر مکعـب، جمعـاً بصورت متوسط ۲۷۰۰۰ مترمکعب در روز می‌باشـد. ویژگی برکه‌های اختیاری اولیه و ثانویه در دو سـری مـوازی مشـابه، در جـدول ۱ آمـده اسـت.

جدول ۱. ویژگی برکه‌های اختیاری اولیه و ثانویه در دو سری موازی مشابه

نوع برکه	عرض (متر)	طول (متر)	عمق (متر)	بارسطحی (کیلو گرمBOD بر هکتار)	سطح (مترمربع)	حجم (مترمکعب)
اختیاری اولیه	۹۵/۶۰	۷۱۰/٤۰	۱/٥٤	۱۸۰	٦۷۹۱٤/۲٤	۱۰۷٦۸۸
اختیاری ثانویه	۹۷	۳٤۳	۱/٥	۸۷	۳۳۲۷۱	٤۲۲۱۹

شکل ۱. شماتیکی ساده از سیستم برکه‌های تثبیت تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اسلام‌آباد غرب

در این مطالعه که بصـورت توصـیفی- تحلیلـی انجـام شـد، نمونـه‌بـرداری بصـورت هفتگـی و در یکـی از روزهای هفته بصـورت تصـادفی انجـام شـد و جمعـاً ۱۳۸نمونه (از پساب خروجی هر یـک از برکـه‌هـا ۲۳ نمونه) جهت شناسایی انواع و فراوانی جلبک‌ها مـورد سنجش قرار گرفت. تشخیص نـوع و شـمارش انـواع جلبک‌ها با استفاده از لام سدویک رافتـر[1] طبـق روش استاندارد آزمایش‌های آب و فاضـلاب انجـام گرفـت (۱۱). بدین صورت که ابتدا حدود یک لیتـر از پسـاب نهایی از برکه‌ها بـه منظـور تـه‌نشـینی بـه مـدت ۲٤ ساعت به حال خود گذاشته شـد. بعـد از آن قسـمت بالایی پساب ته نشین شده (حدود۹۵ ٪ آن) با استفاده از سیفون تخلیه شد. پساب حاوی رسوبات باقی مانده تکان داده شد تا مخلوط یکسانی ایجاد شـود و سـپس توسط پیپت، ۱ میلـی لیتـر از آن برداشـته شـد و بـا توجه به فراوانی تعداد جلبک‌ها، رقت آن به یک صدم رسانده شد. در ادامه ۱ میلـی لیتـر از محلـول رقیـق شده بـه لام سـدویک رافتـر منتقـل شـد. لام حـاوی محلول به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه بدون حرکـت فـیکس گردید و در نهایت لام سدویک رافتر با درشت نمایی x٤ عدسی شیئی و x۱۰ عدسی چشـمی (x٤۰) جهـت شناسایی جلبک‌ها، مورد مشاهده قرار گرفـت. جهـت شمارش تعداد جلبک‌ها در یـک میلـی لیتـر نمونـه از رابطه ۱ استفاده گردید. در این رابطه تعداد فیلد پنج عدد در نظر گرفته شده و D بیانگر عمق مـی‌باشـد که برابر یک میلی متر است.

[1] Sedgwich Rafter

رابطه ۱)

$$\text{تعداد جلبک شمارش شده در یک میلی لیتر} = \text{ضریب رقت} \times \frac{\text{تعداد جلبکهای شمرده شده} \times ۱۰۰۰}{\text{سطح فیلد (تعداد مربع ها)} \times D \times \text{تعداد فیلد}}$$

توده جلبکی طبق تجربه الماسی با اصلاح روش اسپکتروفتومتری و اینکه کلروفیل آ جلبکی تقریباً یک درصد وزن خشک توده جلبکی را تشکیل می‌دهد، محاسبه گردید. پس از اندازه‌گیری میزان کلروفیل با استفاده از نرم افزار اکسل توده کلروفیل طبق رابطه ۲ برای سیستم برکه‌ای محاسبه گردید: رابطه ۲)

$$Alg.Biomass\ {}^{gr}\!/_{m^2} = \frac{Chl.a(gr/m^3)\times 100)\times Q(m^3/d)}{S(m^2)}$$

توده جلبکی بر حسب گرم در مترمربع سطح برکه برابر است با گرم کلروفیل آ اندازه‌گیری شده ضرب در فاکتور تبدیل به جلبک (۱۰۰)، ضرب در میزان جریان روزانه بر حسب مترمکعب تقسیم بر سطح برکه اختیاری بر حسب مترمربع (۱۲).

یافته‌ها

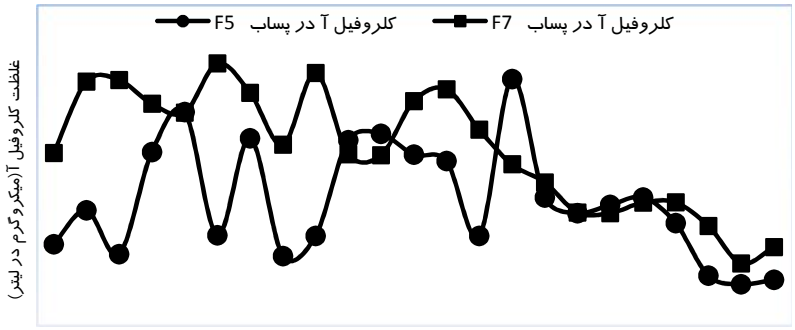
نتایج جمعیت جلبکی و کلروفیل آ در سیستم برکه‌ای تصفیه‌خانه اسلام‌آباد غرب در جدول ۲، انواع جلبک‌های مشاهده شده در خروجی نهایی از برکه‌های تثبیت اسلام‌آباد غرب در جدول ۳ ارائه شده است. نمودار ۱ و ۲ نوسانات غلظت کلروفیل آ در طی دوره مطالعه به ترتیب در پساب برکه‌های اختیاری خط ۱ (F5 و F7) و خط ۲ را نشان می‌دهد. از مجموع نمونه‌های جمع‌آوری شده، ۱۲نمونه (۱۳-۲) از هر برکه در نیمه دوم بهار، تابستان و نیمه اول پائیز بوده، و ۱۱ نمونه از هر برکه (۱ و۲۳-۱٤) مربوط به اواخر پائیز، زمستان و اوایل بهار می‌باشد. در هردو شاخص مورد اندازه‌گیری، نقصان توده جلبکی در دوره فصلی اخیر مشهود می‌باشد. جلبک‌های غالب مشاهده شده در پساب خروجی سیستم، در فصول اواخر بهار، تابستان و اوایل پائیز شامل کلرلا و میکرواکتینیوم و سندسموس، ایوگلنوفیتا و کلامیدوموناس بود. در حالی‌که در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار دیاتومه‌ها، سندسموس، ایوگلنوفیتا و کلامیدوموناس جنس‌های غالب را تشکیل می دادند.

جدول ۲. نتایج جمعیت جلبکی و کلروفیل آ در سیستم برکه‌ای تصفیه‌خانه اسلام‌آباد غرب

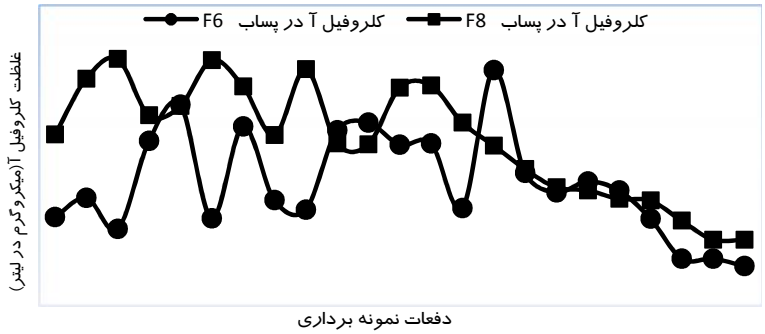
نوع برکه	کلروفیل آ (µg/l) (±SD))	سلول جلبکی cell/ml (±SD))
A1	ND	۳۰±۱۱
F5	$۱/٤\times۱۰^{۳}\pm(۶/۳\times۱۰^{۲})$	$۵/۷\times۱۰^{٤}\pm(۶/۳\times۱۰^{۳})$
F7	$۱/۹۲\times۱۰^{۳}\pm(۶/۶\times۱۰^{۲})$	$۲/۸\times۱۰^{۵}\pm(۳/۵\times۱۰^{۵})$
A2	ND	۲۵±۸
F6	$۱/٤۳\times۱۰^{۳}\pm(۶/۰۸\times۱۰^{۲})$	$۶/۵۲\times۱۰^{٤}\pm(۷/۷\times۱۰^{٤})$
F8	$۱/۹۳۱\times۱۰^{۳}\pm(۶/۷\times۱۰^{۲})$	$٤/۵\times۱۰^{۵}\pm(٤/۱\times۱۰^{۵})$

جدول ۳. انواع جلبک‌های مشاهده شده در خروجی نهایی از برکه اختیاری شهر اسلام‌آباد غرب

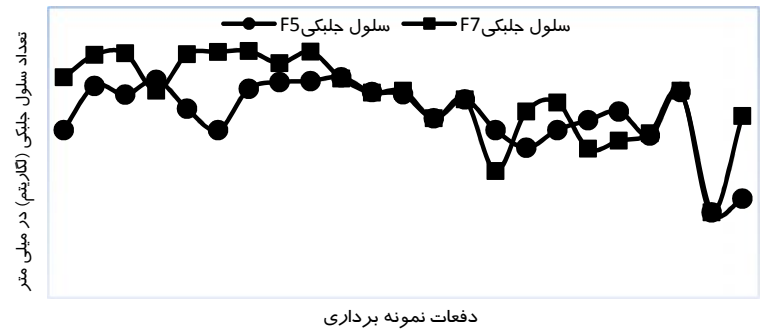
نام جلبک	رنگ
کلرلا	سبز
میکرواکتینیوم	سبز
دیاتومه	قهوه ای
سندسموس	سبز به صورت اجتماع، دوتایی و منفرد باضمائم مورّب انتهای جانبی
آفانوتکا	خاکستری، زیتونی، سبز- آبی
ایوگلنا	سبز علفی با لکه قرمز قدامی
کلامیدوموناس	سبز تازکدار و متحرک
جلبک رشته ای (اسپیروژیرا)	سبز آبی ریسه ای
کلنی ولوکس	سبز



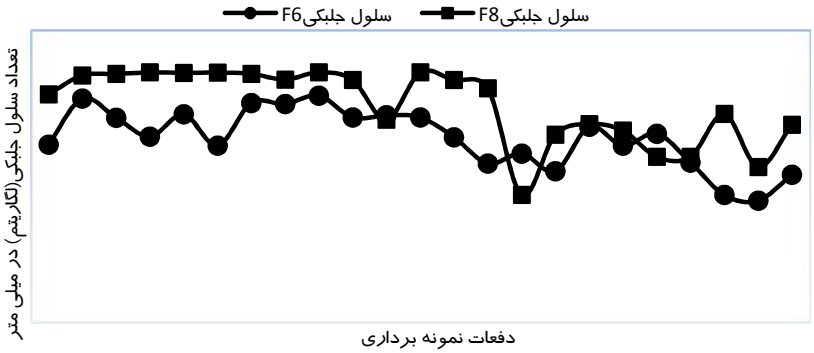
نمودار ۱. نوسانات غلظت کلروفیل آ در پساب برکه‌های اختیاری F5 وF7 در طی دوره مطالعه



نمودار ۲. نوسانات غلظت کلروفیل آ در پساب برکه‌های اختیاری F6 وF8 در طی دوره مطالعه



نمودار ۳. نوسانات تعداد سلول جلبکی برکه‌های اختیاری F5 و F7 در طی دوره مطالعه



نمودار ٤. نوسانات تعداد سلول جلبکی برکه‌های اختیاری F6 وF8 در طی دوره مطالعه

با احتساب سهم یک درصدی کلروفیل آ از توده خشک جلبکی به طور متوسط روزانه ۵۲۱۳/۷ کیلوگرم توده جلبکی تولید می‌گردد. با توجه به سطح ۲۰۲۳۷۰ /٤۸ مترمربعی کل برکه‌های اختیاری و با استفاده مدل تجربی معرفی شده، به ازاءِ هر مترمربع ۲۵/۷۶ گرم توده جلبکی در روز تولید می‌گردد.

بحث

طالعات عرصه‌ای مرحله قبل از مداخله که شامل: ظاهر برکه‌ها، وضعیت بو و نتایج آزمایشات میکروسکوپی است، نشان می‌دهد هیچکدام از برکه‌ها در وضعیت مطلوب نبودند. زیرا در یک برکه اختیاری سالم بیش از ۳۰ نوع جلبک دیده می‌شود و در برکه‌های اختیاری که با وضعیت مطلوبی کار می‌کنند، انواع غالب جلبکی کلرلا ولگاریس[1]، سندسموس[2]، دیاتوموس[3] و در پایان گونه‌های اگلنافیته[4] و کلامیدوموناس[5] در مرتبه آخر قرار دارند. اما دربرکه‌های تثبیت با فقر اکسیژن، اگلنافیته و کلامیدوموناس گونه‌های غالب یا منحصر در برکه می‌شوند. مطالعات میکروسکوپی سیستم برکه‌ای تصفیه‌خانه اسلام‌آباد غرب تنها کلامیدوموناس و کلامیدوموناس را نشان داد. چنین وضعیتی می‌تواند نشانه‌هایی ازعملکرد ناقص این سیستم باشد که آسیب شناسی آن پارامترهای بهره‌برداری و نگهداری سیستم را نشان می‌دهد. نتایج مطالعه پس از بازنگری پارامترهای بهره‌برداری و نگهداری نشان داد سیستم به روال خود عمل کرده است. تولید متوسط روزانه ۵۲۱۳/۷ کیلوگرم توده جلبکی در قالب توده حیاتی مغذی، امکان برنامه‌ریزی اقتصادی برای بازیافت یا پرورش آبزیان را فراهم می‌نماید. توده جلبکی مورد نظر در دامنه میزان گزارش شده می‌باشد (۵). مضافاً اینکه سهمی از جلبک تولیدی به صورت لجن، ته نشین یا شناور می‌شد.

در این مطالعه حدود پنج مورد، حالت روآمدن جلبک‌ها در برکه F_5 متناوباً مشاهده شد. با انجام آزمایشات لازم بر روی لخته‌ها مشخص شد لخته‌های تجمع یافته، ناشی از مرگ سلول‌های جلبکی بوده است. رنگ سبز برکه‌های اختیاری اولیه و ثانویه و تطبیق آن با توده و تنوع جلبکی نشان‌دهنده کارکرد نسبتاً خوب سیستم می‌باشد. مقادیر کلروفیل آ و تعداد سلول‌های جلبکی برکه‌های اختیاری موید سلامت آنها می‌باشد. با توجه به اینکه فعالیت‌های جلبکی- باکتریایی باعث می‌شود که سهم بالایی از BOD_5 را به سلول‌های جلبکی تبدیل کند، لذا در برکه‌های اختیاری ثانویه و لایه‌های بالایی برکه‌های اختیاری اولیه، BOD فاضلاب به BOD جلبکی تبدیل می‌شود. با این تفاسیر ۹۰-۷۰٪ BOD پساب خروجی از برکه‌های اختیاری، BOD جلبکی می‌باشد (۱٤،۱۳). که قاعدتاً نباید موجب عدم پذیرش آن از طرف موسسه استاندارد یا سازمان حفاظت محیط زیست باشد. در نتیجه ظاهراً برکه‌های اختیاری، راندمان قابل توجهی در حذف BOD نشان نمی‌دهند، اما در اصل BOD خروجی این برکه با BOD ورودی کاملاً متفاوت می‌باشد. در صورت استفاده از پساب برکه‌ها در آبیاری، خصوصاً برای زمین‌های کشاورزی، وجود جلبک‌ها سودمند خواهد بود، زیرا بعنوان کود عمل نموده و سبب افزایش میزان هوموس خاک و بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شوند (۱٤). مثلاً تجربهٔ افزودن جلبک‌های سبز-آبی به شالیزارهای برنج به منظور تثبیت ازت، اهمیت چنین موضوعی را تأیید می‌نماید (۱۵). بنابراین با توجه به مطالب مذکور، در هنگام اندازه‌گیری BOD و COD پساب خروجی از برکه‌های تثبیت فاضلاب بر خلاف پساب

[1] Cholorella vulgaris
[2] Scenedesmus
[3] Diatoms
[4] Euglenophytae
[5] Chlamydomonas

خروجی سایر سیستم‌ها مانند لجن فعال، باید نمونه‌های مورد نظر را جهت جداسازی جلبک‌ها، فیلتر نمود تا در ادامه اقدام به BOD و COD غیرجلبکی شود (۲)، در حالی که این نکته در بعضی از آزمایشگاه‌های تصفیه‌خانه‌های آب وفاضلاب که سیستم برکه تثبیت دارند رعایت نشده و BOD و COD کل (جلبکی و غیرجلبکی) گزارش می‌گردد. بر همین اساس، طبق ضوابط اتحادیه اروپا، پساب خروجی از برکه‌ها می‌تواند تا ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر جامدات معلق داشته باشد ولی در مورد پساب سایر روش‌های تصفیه، غلظت جامدات معلق در پساب می‌بایست به کمتر از ۳۰ میلی گرم در لیتر برسد که این مسئله هم نشان‌دهنده اختلاف جامدات معلق جلبکی و جامدات معلق فاضلابی است (۱). جلبک‌های غالب در پساب خروجی از برکه‌های تثبیت اسلام‌آباد غرب، شامل کلرلا، سندسموس، میکرواکتینیوم و دیاتومه بود. در حالی که در مطالعهٔ حرامپوش و همکاران که بر روی پساب خروجی برکه تثبیت شهر یزد انجام شد، مشخص گردید که در بین گونه‌های مختلف مشاهده شده، سندسموس جلبک غالب می‌باشد (۱۶). نتیجه حائز اهمیت در این مطالعه، شکوفائی توده جلبکی و تنوع آن در فصول معتدل وگرم سال نسبت به دوره‌های زمانی سرد می‌باشد که می‌توان آن را به مناسب بودن دما و طول روز یا طول تابش آفتاب ارتباط داد.

مطالعه قاضی[1] و همکاران بر روی یک سری برکه تثبیت در مصر نشان داد که ایوگلنا واریابلیس[2] و کلامیدوموناس رینهاردی[3] گونه‌های غالب در برکه‌های تثبیت اختیاری و تکمیلی بود (۱۷). افشارزاده در تعیین فلور جلبکی زاینده‌رود مشخص نمود که جلبک باسیلا ریافیته، کلروفیته، سیانوفیته و ایوگلنافیته گونه‌های غالب بودند (۱۸). در مطالعه اکولوژیکی و فلور جلبکی دریاچه بزنگان که به وسیله خوشبخت و همکاران انجام شده است، گونه‌های باسیلاریافیته، سیانوفیته و ایوگلنافیته گونه‌های غالب بودند (۱۹). با توجه به اینکه در صورت راهبری مناسب برکه تثبیت فاضلاب، متداول‌ترین گونه‌های جلبکی شامل کلامیدوموناس، اوگلنا، کلرلا سندسموس، میکرواکتینیوما، اوسیلاتوریا و میکروسیستیس می‌تواند در پساب خروجی از برکه‌ها مشاهده گردد (۱۴،۱) و علاوه بر آن وجود جلبک‌های کلامیدوموناس و ایوگلنا در پساب خروجی نهایی سیستم، می‌تواند مؤید کارایی خوب برکه‌های اختیاری باشد (۱۴). با توجه به اینکه توده و تنوع جلبک‌ها در مورد برکه‌های اسلام‌آباد غرب صدق می‌کند، در نتیجه می‌توان وضعیت برکه‌های اختیاری را از لحاظ جمعیت جلبکی (تنوع و توده)، مطلوب ارزیابی نمود. مضافاً اینکه امکان بازیافت توده جلبکی به میزان قابل توجهی محرز گردید. همچنین مبنایی برای برنامه‌ریزی حذف جلبک از پساب بدست آمد. این یافته، در جهت طراحی و الحاق فناوری تکمیلی به برکه‌های اختیاری برای حصول پساب با کیفیت مطلوب، مثمر ثمر است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از همکاری و مساعدت شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه و مسئولین تصفیه‌خانه فاضلاب اسلام‌آباد غرب در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

[1] Ghazy
[2] Euglena variabilis
[3] Chlamydomonas reinhardii

References

1. Miranzadeh MB. Stabilization pond (theory and design), First Edition, Morsal Publications, 2004: 57-102.
2. Mara D, Pearson H. Design Manual for waste stabilization ponds in Mediterranean countries. European inuestment bank, lesds, London. 1998.
3. Henze M, Harremoës P, laCour J, Arvin E. Wastewater Treatment; Biological and Chemical Processes: Third Edition. Springer, Germany. 2002.
4. Wells CD. Tertiary Treatment in Integrated Algal Ponding Systems. Thesis for Master of Science (Biotechnology) Rhodes University Grahamstown. January 2005: 21-22.
5. Bitton G. Wastewater Microbiology. Third Edition, A John Wiley & Sons, Inc Publication. Hoboken, New Jersey. 2005.
6. Almasi A. Treatment mechanisms of anoxic wastewater stabilization ponds, Theses Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, New Castle University, Newcastle Up on Tyne, May 1994: 105-112
7. Almasi A. Treatment mechanisms of anoxic wastewater stabilization ponds. wat. Sci.& technol. 1996; 32: 132
8. Almasi A. A survey on upgrading methods of Qasre-Shirin wastewater treatment plant system, Project report, No.129/9245, January 2011, Kermanshah University of Medical science/ Water and wastewater company of Kermanshah. 2011: 32-38.
9. Almasi A, Pescod MB. Wastewater Treatment Mechanisms in Anoxic Stabilization Ponds, Wat. Sci. Tech. 1996; 33(7): 125-132.
10. Gawasiri CB. Modern Design of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates: Comparison with Traditional Design Methods. Thesis for Master of Science (Environmental Engineering and Project Management), Leeds University, School of Engineering, August. 2003: 11-12.
11.APHA, AWWA, WPCF. Standard method for the examination of water and wastewater. 21 th Ed. Washington D.C. 2005
12.Almasi A. A survey on upgrading methods of Islam Abad wastewater treatment plant system, Project report, No.129/9244, January 2011, Kermanshah University of Medical science/ Water and wastewater company of Kermanshah. 2011: 46-48.
13. WHO. Waste stabilization ponds and effluent ruse. 2nd IAWQ International specialist conference proceeding. California, USA. 1993.
14. WHO. Waste stabilization pond. WHO EMRO Technical Publication. No 10. Alexanderia. 1987.
15. Giti K, Mosavi G, Khani MR, Yagmayan K. Environmental microbiology. 3th ed, khaniran publication. 2003: 68-76.
16. Ahramposh MH, Samaaie MR, Nikraftar MR, Khodadadi M, Ghalaenoaie M. Survey of algae Types and other species found in establization ponds in Yazd and the affecting factors them and their role in treatment, Tenth National Conference on Environmental Health, Hamadan University of medical science. 2007.
17. Ghazy M, El-Senousy WM, Abdel-Aatty AM, Kamel M. Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt. American Journal of Environmental Sciences. 2008; 4(4): 316-325.
18. Afsharzade S. Survey of Algal flora of Zaynderod. Thesis for Master of Science, Esfahan University, School of Aalom. 2001.
19. Khoshbakht F. Ecological study and algal flora of Bzngan lake, Thesis for Master of Science. Mashhad University, School of Aalom. 1997.