

بررسی تأثیر عوامل محیطی بر فلور فیتوپلانکتونی حوضچه تصفیه پساب در جنوب تهران

• اکرم احمدی

کارشناس ارشد دانشگاه شهید بهشتی، تهران

• میترا نوری

استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه اراک، دانشکده علوم

• حسین ریاحی

استاد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: خردادماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: دی‌ماه ۱۳۸۵

Email: m-noori@araku.ac.ir

چکیده

تولید و رها کردن پساب‌های مختلف در محیط زندگی سبب آلودگی محیط می‌گردد. اخیراً مطالعات بر روی میکروارگانیسم‌های پساب‌ها و تأثیر عوامل مختلف بر روی جمعیت آنها، تولید اکسیژن، خالص‌سازی و بازیافت پساب بخش عمده‌ای از تحقیقات زیست محیطی را تشکیل می‌دهد. مطالعاتی بر روی حوضچه‌های تثبیت پساب در منطقه جنوب تهران انجام گرفت. برکه‌های بتونی شامل ۴ لاگون‌آهواهی به حجم ۳۲۰۴۷ متر مکعب با زمان ماند ۴/۳۶ روز بوده که روزانه ۱۸۰ متر مکعب پساب وارد آن می‌گردد. نمونه‌ها به صورت ماهیانه از سه ناحیه ورودی و خروجی در طی یک سال جمع‌آوری گردید. تعدادی از نمونه‌ها جهت تشخیص فلور فیتوپلانکتونی، کشت و خالص‌سازی بدون تثبیت کردن و تعدادی جهت تهیه اسلاید توسط گلو تار آلدئید ۱۲/۵٪، تثبیت و به آزمایشگاه منتقل گردید. جلبک‌ها با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری و زمینه تاریک و منابع معتبر شناسایی و ارتباط بین عوامل محیطی و تراکم جمعیت گونه‌های غالب در زمان‌های مختلف محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS^۲ (ver) ۱۷/۹ آنالیز گردیدند. نتایج وجود ۵۳ تاکسون در ۴ شاخه و ۳۸ جنس از جلبک‌ها را نشان داد. تاکسون‌ها شامل سیانوفیتا (۱۷ تاکسون)، کلروفیتا (۲۲ تاکسون)، کریزوفیتا (۱۱ تاکسون) و اگلنوفیتا (۴ تاکسون) بوده که تراکم و تنوع آن‌ها در فصول مختلف تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما، pH و غلظت NO_3^- ، NH_4^+ ، PO_4^{3-} قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: پساب، فلور فیتوپلانکتونی و عوامل فیزیکی‌شیمیایی

Pajouhesh & Sazandegi No 77 pp: 149-155

Studies of the effects of environmental factors on waste water phytoplankton in south region of Tehran

By: Ahmadi A., Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Beheshti University, Noori, M. Department of Biology, Faculty of Science, University of Arak, Arak-Iran and Riahi, H, Biology Department, Shahid Beheshti University, Tehran-Iran

To produce and releasing different infusion water in environment is inevitable function by human activities. Recently, studies of infusion water microorganisms and effect of different factor on their populations, oxygen producing, purification and recovering of infusion water are performed a section of environmental researches. By the reason a research was done in waste stabilization ponds in south region of Tehran (Iran). Each of concrete waste stabilization ponds made up of four lagoons with 32047 m3 volume, 180 Lit/per day sewage per capita and 4/36 day permanent time. Samples were collected monthly from 3 regions of influent and effluent from January to December in labeled plastic vials. Some of samples were used for identification, culture and purification without any fixation, but some of them were fixed. Algae are identified using bright field and dark-field microscope. Also relationship between environmental factors and population density of the species in different times was measured based on data analysis factors. Results showed existing 53 taxa in 4 phylum and 38 genera of algae. Taxons were: Cyanophyta (17 taxa), Chlorophyta (22 taxa), Chrysochyta (11 taxa) and Euglenophyta (4 taxa) that their population density and diversity are fluctuated based on some environmental factors such as temperature, pH and PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ .

Keywords: Waste water, Phytoplankton, Environmental factors.

مقدمه

با کاهش تحرک جلبک ها، ته نشینی رخ می دهد که نقش مهمی در ته نشینی ذرات جامد معلق نیز دارد (۶). هدف از این مطالعه بررسی تغییرات فیتو پلانکتونی در برکه های تصفیه پساب در فصول مختلف است. در این مطالعه تأثیر فاکتورهای محیطی مختلف که بر دینامیک جمعیت تأثیر دارد نیز توسط تعیین ارتباط این عوامل با تراکم فیتو پلانکتون ها مورد بررسی قرار گرفت.

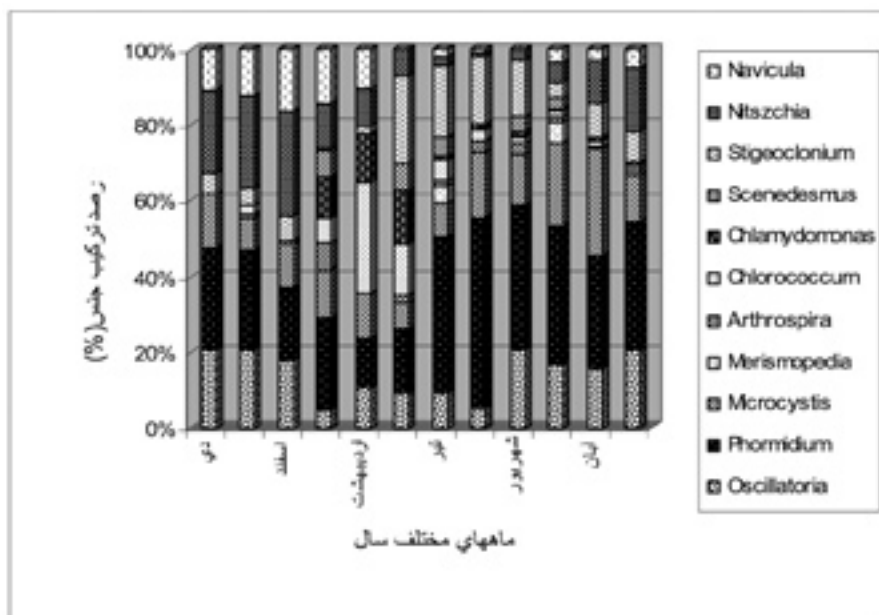
فیتوپلانکتون ها در شرایط محیطی مختلف قادر به زیست هستند. عوامل محیطی مانند دما و میزان جذب مواد غذایی بر ترکیب و توزیع آن ها تأثیر دارد (۱، ۳، ۲۰). سلولهای فیتو پلانکتونی کوچک رقابت کننده های بهتری در جذب مواد غذایی نسبت به سلول های با اندازه بزرگ هستند (۱۴، ۱۶). غلظت بالای آلاینده ها در پساب سبب انجام فتوسنتز جلبکی و تولید اکسیژن می گردد (۷)، بنابراین به باکتری های هوازی اجازه تجزیه مواد آلی و تولید بیوماس^۴ را می دهد (۱۱، ۹).

نمونه برداری و آنالیز

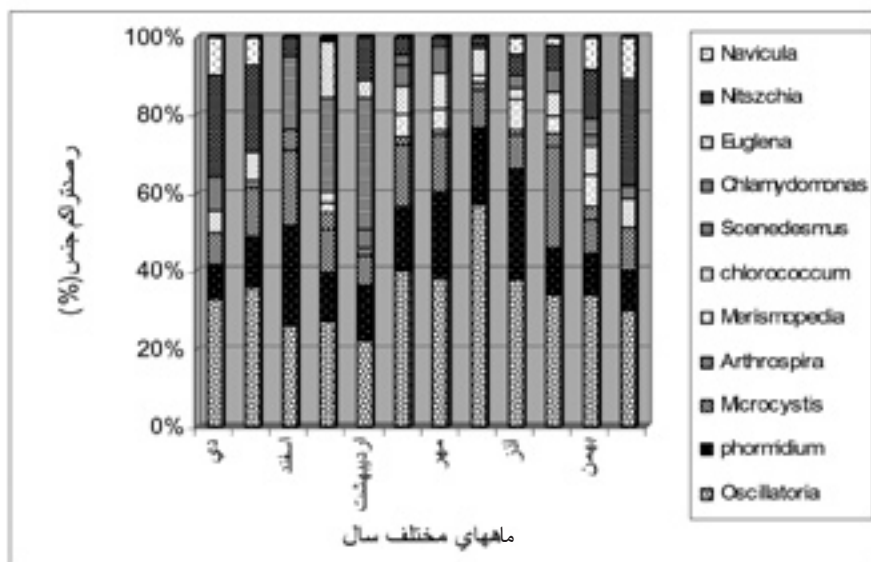
نمونه ها به صورت ماهیانه از سه مکان مختلف در دو جایگاه از اوایل زمستان ۱۳۸۱ تا اوایل زمستان ۱۳۸۲ بر مبنای Lobban و همکاران در ۱۹۸۸ صورت گرفت (۱۰). درجه حرارت و pH بلافاصله بعد از نمونه برداری توسط یک ترمومتر استاندارد و pH متر (WTW, metrohm) اندازه گیری شدند. اندازه گیری غلظت آلاینده ها (PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+) در تجزیه آزمایشگاهی آب توسط تصفیه خانه فاضلاب تهران صورت گرفت. میزان BOD_5 نیز با روش Winkler اندازه گیری شد (۲). به منظور تشخیص و تخمین فراوانی فیتوپلانکتونها، به هر ۳۰ میلی لیتر از نمونه پساب ۵ میلی لیتر گلو تار آلدئید ۱۲/۵٪ اضافه نموده و در درجه حرارت ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

مواد و روش ها**مکان مطالعه**

آزمایشات در برکه های تثبیت پساب در منطقه جنوب تهران (عرض جغرافیایی ۳۵° ۴۷' و طول جغرافیایی ۵۱° ۱۸') انجام شد. برکه ها شامل ۴ لاگون هوادهی با اختلاط جزئی (هر یک به عمق ۳/۲ متر، حجم ۳۲۰۴۷ متر مکعب و زمان ماند ۴/۳۶ روز)، ۲ لاگون هوادهی با اختلاط کامل هر یک به حجم ۱۲۹۱۰ متر مکعب و ۲ لاگون ته نشینی (هر یک به عمق ۲ متر، حجم ۲۹۴۰۰ متر مکعب و زمان ماند ۲ روز) می باشد. نمونه برداری ها از مکان های ورودی و خروجی پساب انجام شد (۱۰).



شکل ۱: ترکیب و فراوانی جنس‌های فیتوپلانکتونی غالب در فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز در ناحیه خروجی.



شکل ۲: ترکیب و فراوانی جنس‌های فیتوپلانکتونی غالب در فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز در ناحیه ورودی.

تراکم فیتو پلانکتون‌های غالب و ارتباط بین متغیرهای محیطی و تغییرات بیولوژیکی فیتوپلانکتون‌های غالب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

Oscillatoria subbrevis

در ورودی تراکم سلولی این گونه ارتباط مثبت معنی‌داری با درجه حرارت در فصول تابستان و زمستان از خود نشان می‌دهد. همچنین به طور منفی با PO_4^{3-} در زمستان بستگی دارد.

تعدادی از نمونه‌ها بدون تثبیت به منظور کشت، خالص سازی و مطالعات میکروسکوپی جمع آوری گردید. خالص سازی طبق روش (Wing و Yang (۱۹) و Lobban و همکاران (۱۰) صورت گرفت. پس از شمارش به روش Lobban و همکاران (۱۰)، تشخیص نمونه‌ها به وسیله میکروسکوپ های نوری معمولی و زمینه تاریک و با استفاده از منابع موجود صورت گرفت (۴، ۵، ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۷). داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS (ver.۱۰,۰) آنالیز گردید. ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای فیزیکوشیمیایی و تراکم فیتو پلانکتون‌های غالب در فصول مختلف سال محاسبه گردید.

نتایج

تغییر ترکیب گونه‌های فیتو پلانکتونی

نتایج وجود ۵۳ تاکسون در ۴ شاخه و ۳۸ جنس از جلبک‌ها را نشان داد. ترکیب و فراوانی جنس‌های فیتوپلانکتونی غالب در فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز در دو ناحیه ورودی و خروجی در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. گونه‌های فیتوپلانکتونی با درصد غالبیت کمتر مربوط به جنس های *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Arthrospira*, *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Scenedesmus*, *Euglena*, *Nitzschia*, *Navicula* مشخص گردید. در بهار غالبیت گونه‌های فیتوپلانکتونی متعلق به *Chlamydomonas* و *Euglena* بودند. همچنین *Microcystis* در فصل تابستان تشکیل بلوم با تراکم بالاتر از ۴۱۳۵ سلول در میلی لیتر را در خروجی می‌دهد. در بهار نیز *Chlorococcum* در خروجی دارای تراکم بالایی است. *Phormidium* تراکم بالاتری را در خروجی نسبت به ورودی از خود نشان می‌دهد اما *Oscillatoria* در ورودی تراکم بالاتری را دارا می‌باشد. در این مورد نوسانات فاکتورهای محیطی وجود دارد (جدول ۱). حداقل واحد اکثر درجه حرارت در ورودی و خروجی در زمستان (۱۱/۹-۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد) و در

تابستان (۲۶/۲-۲۶/۸ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. تراکم فیتوپلانکتون‌ها در ورودی بیشتر از خروجی است اما تنوع آن‌ها در خروجی بالاتر می‌باشد. میزان pH استخر ورودی (۷-۷/۵) و خروجی بین (۷/۱۲-۷/۵۷) میباشد. غلظت مواد آلی در ورودی بالاتر از خروجی است. غلظت NO_3^- در پاییز و زمستان کمتر از فصول دیگر است در حالی که در بهار و تابستان بالاتر می‌رود. غلظت PO_4^{3-} در ورودی در تابستان و در خروجی در بهار بالاترین میزان را به خود اختصاص می‌دهد. تأثیر فاکتورهای محیطی بر

Microcystis aeruginosa

تراکم سلولی این گونه ارتباط مثبت معنی داری ($p \leq 0.05$) با BOD در بهار و تابستان در ورودی و در بهار در خروجی نشان می دهد. همچنین این گونه به طور معنی داری ($p \leq 0.05$) با NO_3^- در خروجی در تابستان ارتباط مثبت معنی داری را نشان می دهد.

Phormidium sp.

تراکم سلولی این گونه ارتباط مثبت معنی داری با درجه حرارت در تمام فصول به جز زمستان دارد. همچنین میزان PO_4^{3-} نیز ارتباط مثبت و معنی داری با تراکم این گونه در فصول تابستان و پاییز نشان می دهد.

Chlorella vulgaris

در ورودی تراکم این گونه به طور مثبت و معنی داری با درجه حرارت در فصول تابستان و بهار مرتبط است.

Nitzschia palea

در ورودی ارتباط بین تراکم این گونه و درجه حرارت در طی زمستان و پاییز، معنی دار و منفی است. در خروجی تراکم گونه باز ارتباط معنی دار منفی با درجه حرارت در طی پاییز و زمستان دارد، هم چنین با NO_3^- نیز در بهار ارتباط معنی دار منفی نشان می دهد.

بحث

به خوبی می دانیم که تعیین عواملی که دقیقاً بر تراکم فیتوپلانکتون ها تأثیر دارند بسیار پیچیده است اما یافته های ما نشان می دهد که پارامترهای محیطی مختلف بر تراکم فیتوپلانکتون ها تأثیر دارند. درجه حرارت، تراکم و تنوع جوامع فیتوپلانکتونی غالب را در این استخرها کنترل و تنظیم می کند. یافته های ما هم چنین نشان می دهد که درجه حرارت به طور معنی دار و مثبت با تراکم بعضی از جنس ها مانند *Chlorella*، *Oscillatoria* و *Phormidium* و با *Nitzschia* در طی پاییز و زمستان ارتباط معکوس دارد. این اطلاعات نشان می دهد که درجه حرارت یک عامل محدود کننده تراکم فیتوپلانکتونی در تمامی فصول سال است. نتایج این مطالعه مشخص کرد که pH ارتباط معنی داری با تراکم نشان نمی دهد. Pterson و همکارانش در سال ۱۹۸۴ نشان دادند که اهمیت pH به عنوان یک عامل تنظیم کننده فیتوپلانکتون ها در جذب مواد غذایی توسط سلول ها به pH و برقراری تعادل در میزان جذب بستگی دارد (۱۳). BOD با تراکم *M. aeruginosa* در فصول بهار و تابستان در ورودی و در فصل بهار در خروجی ارتباط معنی دار دارد. نتایج نشان می دهد که تراکم *Microcystis aeruginosa* در خروجی در تابستان با غلظت میانگین NO_3^- 0.118 mg/L افزایش و تراکم *Nitzschia palea* با میانگین غلظت NO_3^- 0.118 mg/L در بهار در خروجی کاهش می یابد. به علاوه در طی هر ۴ فصل سال، تراکم جوامع فیتوپلانکتونی غالب ارتباط معنی دار با غلظت فسفات در خروجی به جز در طی تابستان و با *Phormidium* نشان نمی دهد. پاسخ فیتوپلانکتون ها به غلظت PO_4^{3-} متفاوت است. بعضی از آن ها به میزان بالای غلظت

جدول ۱: تغییرات فصلی متغیر های بیولوژیکی و فیزیکی-شیمیایی مختلف در فصول مختلف در دو مکان مورد آزمایش حوضچه های تصفیه پساب.

پارامترها	زمستان		بهار		تابستان		پاییز	
	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
دمای آب 7C	14/33±7/02	12/05±1/03	24/03±2/05	21/05±2/16	26/26±0/25	24/36±0/4	24/23±1/24	20/3±1/07
pH	7/05±0/13	7/3±0/2	7/05±0/082	7/38±0/19	7/05±0/22	7/38±0/12	7/02±0/06	7/26±0/1
BOD (mgL ⁻¹)	118/0±18/21	68/1±0/54	108±2/061	50/99±19/35	103/99±3/23	63±19/97	127±9/08	77/16±8/23
NH ₄ ⁺ (mgL ⁻¹)	25/99±1/07	25/03±0/2	27/82±2/02	29/06±2/06	22/05±1/28	25/06±0/98	25/99±0/51	19/3±2/8
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	0/18±0/18	nd*	0/4±0/25	0/4±0/24	0/19±0/17	0/18±0/13	0/13±0/11	0/02±0/03
PO ₄ ³⁻ (mgL ⁻¹)	13/02±0/4	13/07±0/6	10/02±0/26	12/3±0/2/1	11/87±1/22	13/13±0/2/1	12/26±0/23	13/20±1/24

*nd= نامشخص

Mean±S.D.

جدول ۲: ضریب همبستگی بین متغیرهای فیزیکوشیمیایی و تراکم فیتوپلانکتونی غالب در فصول مختلف سال (اعداد ستاره‌دار در پساب ورودی در $P < 0.05$ معنی دار هستند)

گونه	تراکم	فصل	دما درجه سانتی‌گراد	BOD mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	PO ₄ ⁻³ mg/L	pH	NH ₄ ⁺ mg/L
<i>Oscillatoria subbrevis</i>	$2/34 \times 10^3$	زمستان	۰/۹۵	۰/۴	-	۰/۹۳	۰/۵	-
	$3/67 \times 10^3$	بهار	۰/۸۵	۰/۲۶	۰/۴۵	۰/۵۷	-۰/۲۲	-۰/۱۷
	$6/43 \times 10^3$	تابستان	۰/۹۵	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۸۴	-۰/۶۸
	$3/73 \times 10^3$	پاییز	۰/۶۳	۰/۳۵	-۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۴۳	-۰/۳۷
<i>Microcystis aeruginosa</i>	$1/17 \times 10^3$	زمستان	۰/۷۵	۰/۸۱	-	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۸
	$2/39 \times 10^3$	بهار	۰/۶۳	۰/۹۱	۰/۵	۰/۴	-۰/۰۰	۰/۳۵
	$2/۰۳ \times 10^3$	تابستان	۰/۴۶	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۶۹	-۰/۲۳	-۰/۴۶
	$2/۰۱ \times 10^3$	پاییز	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۷۵	-۰/۲۵	-۰/۸۵	-۰/۱۲
<i>Phormidium sp.</i>	$1/1 \times 10^3$	زمستان	۰/۶۵	۰/۴۹	-	۰/۷۹	-۰/۰۲	-۰/۹۷
	$2/۹۵ \times 10^3$	بهار	۰/۸۹	۰/۵۲	-۰/۰۸	۰/۸۹	۰/۴۴	۰/۶۹
	$2/۳۶ \times 10^3$	تابستان	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۱۴	۰/۵۵	-۰/۰۸	۰/۵۲
	$2/1۸ \times 10^3$	پاییز	۰/۷۱	۰/۵۰	-۰/۰۶	-	-۰/۲۹	-۰/۲۶
<i>Chlorella vulgaris</i>	$۰/۹۱ \times 10^3$	زمستان	۰/۰۲	-۰/۸۱	-	۰/۷۳	-۰/۵۵	۰/۷
	$۰/۶۸ \times 10^3$	بهار	*۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۸۵	۰/۰۵	۰/۸۵
	$۰/۹۶ \times 10^3$	تابستان	*۰/۹۲	۰/۳۷	۰/۸۴	۰/۵۰	۰/۶۶	۰/۸۹
	$۰/۶۸ \times 10^3$	پاییز	۰/۶۱	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۳۴	-۰/۲۳	۰/۷۲
<i>Nitzschia palea</i>	$2/73 \times 10^3$	زمستان	*-۰/۹۸	*۰/۹۶	-	-۰/۶۱	۰/۳۴	۰/۸۴
	$1/۹۱ \times 10^3$	بهار	۰/۱۴	-۰/۷۵	۰/۲۲	-۰/۲۸	۰/۷۹	۰/۶۵
	$۰/۵۷ \times 10^3$	تابستان	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۰۷	۰/۴۴	۰/۳۵
	$1/۰۶ \times 10^3$	پاییز	*-۰/۹۹	*-۰/۹۹	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۸۹

Biological Oxygen Demand = BOD (نیاز اکسیژن بیولوژیکی)

می‌کند. *Phormidium* تراکم بالاتری را در خروجی نسبت به ورودی به دلیل کاهش آلاینده‌های آلی در خروجی نشان می‌دهد و نسبت به مقادیر NO_3^- و PO_4^{3-} حساس است.

غلظت آلاینده‌های آلی تعیین کننده تنوع جوامع فیتوپلانکتونی در این محیط است. به طوریکه *M. aeruginosa* بالاترین تراکم را در مرداد ماه با میزان ۱۲۲۴۴ سلول در میلی‌لیتر در خروجی نشان می‌دهد که این نتایج با نتایج *Vasconcelos* و *Periero* نیز مطابقت دارد (۱۸). غلظت بالای آلاینده‌ها در ورودی تنوع فیتوپلانکتون‌ها را کاهش داده است اما در خروجی در همه فصول سال تنوع نسبت به ورودی بالاتر است.

این عامل حساس هستند و این سبب کاهش تراکم فیتوپلانکتون‌ها می‌گردد. غلظت بهینه PO_4^{3-} تراکم فیتوپلانکتون‌هایی مانند *Oscillatoria* و *Phormidium* را افزایش می‌دهد (۲۱). سیانوفیتا نه تنها به وسیله مواد غذایی در دسترس کنترل می‌شوند بلکه متغیرهای فیزیکی مانند درجه حرارت و *Water stability* نیز در کنترل آن‌ها مهم است (۲۱). زمانی که غلظت NO_3^- و PO_4^{3-} افزایش یابد، فیتوپلانکتون‌ها زنده نمی‌مانند و جمعیت آن‌ها کاهش می‌یابد. بعضی از فیتوپلانکتون‌ها قادرند سطوح بالای آلاینده‌ها را به خوبی تحمل کنند مانند *O. subbrevis* که به راحتی در این محیط رشد

جدول ۳: ضریب همبستگی بین متغیرهای فیزیکوشیمیایی و تراکم فیتوپلانکتونی غالب در فصول مختلف سال (اعداد پر رنگ در پساب خروجی در $P < 0.05$ معنی دار هستند).

گونه	تراکم	فصل	دما درجه سانتی گراد	BOD mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	PO ₄ ⁻³ mg/L	pH	NH ₄ ⁺ mg/L
Oscillatoria subbrevis	۱/۹۳×۱۰ ^۲	زمستان	۰/۴۸	۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۳۴	۰/۲	۰/۳۷
	۱/۸×۱۰ ^۲	بهار	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۲۱	- ۰/۷۵	۰/۱۵
	۲/۶۸×۱۰ ^۲	تابستان	۰/۶۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۶۶	۰/۶۸	- ۰/۳۷
	۳/۱۴×۱۰ ^۲	پاییز	۰/۸۹	۰/۳۸	۰/۴	۰/۳۱	۰/۴۲	- ۰/۶۵
Microcystis aeruginosa	۱/۹۳×۱۰ ^۲	زمستان	- ۰/۰۴	۰/۸۲	۰/۲۴	- ۰/۶۳	۰/۵۳	- ۰/۶۹
	۳/۳۵×۱۰ ^۲	بهار	۰/۴۵	۰/۹۸	۰/۷۴	-	- ۰/۱۸	- ۰/۸۹
	۳/۳۶×۱۰ ^۲	تابستان	۰/۸۹	۰/۷۲	۰/۹۵	۰/۷۰	۰/۴۴	- ۰/۶۸
	۳/۳۲×۱۰ ^۲	پاییز	۰/۷	۰/۳۲	- ۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۱	- ۰/۳۸
Phormidium sp.	۴/۱۳×۱۰ ^۲	زمستان	۰/۳۸	۰/۶	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۷۱
	۳/۱۵×۱۰ ^۲	بهار	۰/۹۸	۰/۶۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۷۷	۰/۵۵
	۱۰/۲۱×۱۰ ^۲	تابستان	۰/۹۶	۰/۰۴	۰/۶۱	۰/۹۹	۰/۳۶	۰/۱۵
	۶/۷۱×۱۰ ^۲	پاییز	۰/۹۲	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۲۹	- ۰/۸۳
Chlorella vulgaris	۰/۴۷×۱۰ ^۲	زمستان	۰/۱۵	۰/۴۶	- ۰/۶۲	- ۰/۲۷	- ۰/۳۴	۰/۱۵
	۳/۳۲×۱۰ ^۲	بهار	۰/۸۱	۰/۵۷	- ۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۸۵	۰/۷۲
	۰/۶۸×۱۰ ^۲	تابستان	۰/۵۲	۰/۶۸	- ۰/۵۹	- ۰/۴۶	۰/۷۹	۰/۷۳
	۰/۳۲×۱۰ ^۲	پاییز	۰/۷۷	۰/۳۷	- ۰/۵۶	۰/۷	۰/۰۸	۰/۵۸
Nitzschia palea	۳/۰۱×۱۰ ^۲	زمستان	- ۰/۹۱	- ۰/۰۱	- ۰/۲۶	۰/۳۹	- ۰/۵۵	۰/۷
	۲/۳۹×۱۰ ^۲	بهار	- ۰/۶۳	۰/۴۹	- ۰/۹۵	- ۰/۸۵	۰/۰۵	- ۰/۸۱
	۰/۵۶×۱۰ ^۲	تابستان	۰/۳۱	۰/۳۷	- ۰/۸۴	۰/۵	- ۰/۶۵	۰/۴۷
	۱/۹۶×۱۰ ^۲	پاییز	- ۰/۹۱	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۶۷

(Biological Oxygen Demand =BOD) (نیاز اکسیژن بیولوژیکی)

5-Biological Oxygen Demand
6-Pyerson Correlation Coefficient

منابع مورد استفاده

- 1- Alam M. G. M., Jahan N., Thalib L., Wei B. and Maekawa T. 2001; Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton population in a closed freshwater pond, Environ. Inter., 27: 363-371.
- 2- APHA (American Public Health Association). 1995;

سیاسگزاری

از دکتر شهیدایی برای راهنمایی در آنالیز آماری و از کارکنان مرکز تصفیه پساب منطقه جنوب تهران قدردانی می شود.

پاورقی ها

- 1-Lagoon
- 2-Glutaraldehyde
- 3-Statistical Package for Social Scientists
4. Biomass

- American water works association and water environment federation standard methods for examination of water and waste water. 19th Edn., American Water Works Assn. (AWWA), Washington, D. C.
- 3- Crumpton, W. G. and Wetzel, R. G. 1982; Effects of differential growth and mortality in the seasonal succession of phytoplankton populations in Lawrence Lake, Mich. Ecology, 63: 1723-1739.
- 4- Desickachary, T. V. 1959; Cyanophyta, New Delhi, Indian Concil of Agricultural Research.
- 5- Fritsch, F. E. 1945; The structure and reproduction of the algae, Cambridge University Press, Cambridge.
- 6- Garcia J., Hernandez M. M. and Muriego R. 2000; Influence of phytoplankton composition on biomass removal from high-rate oxidation Lagoons by means of sedimentation and spontaneous flocculation, Water Environ. Res. 72: 230-237.
- 7- Grady, C. P. E., Glent, J. R., Dalger, T. and Limc. H. 1999; Biological wastewater treatment, New York, Raseel.
- 8- Komarek J. and Fott B. 1983; Chlorophyceae (Green algae) ordnug: Chlorococcales. In das phytoplankton des subwassers. H. Huber-Pestalozzi (Ed.), Schweizerbart, Stuttgart, Ger..
- 9- Lincoln E. P. and Earle J. F. K. 1990; Wastewater treatment with microalgae in Introduction to applied phycology. I. Akatsuka (Ed.), SPB Academic publishing, the Hague, Netherlands.
- 10- Lobban S. C., Chapman J. D. and Kremer P. D. B. 1988; Experimental phycology, laboratory manual, Cambridge University Press, Cambridge.
- 11- Oswald W. J. 1991; Intoduction to advanced integrated wastewater ponding systems, Water Sci. Technol., G. B. 24 (5): 1-7.
- 12- Prescott, G. W. 1978; How to know the freshwater algae, 3th edit, Iowa W. M. Company.
- 13- Peterson H. G., Healey F. P. and Wagemann R. 1984. Metal toxicity to algae: A high pH dependent phenomenon, Can. J. Fish Aquat. Sci., 41: 974-979.
- 14- Smith R. E. H. and Kalf J. 1983; Competition for phosphorus among co-occurring freshwater phytoplankton, Limnol. Oceanogr., 28: 448-465.
- 15- Smith, M. 1994; Manual of Phycology, Scientific Publishers, Joudpour, India.
- 16- Suttle C. A., Stockner J. G., Shortreed KS. and Harisson PJ. 1988; Time-course of size fractionated phosphate uptake: Are larger cells better competitors for pulses of phosphate than smaller cells? Oecologia (Berlin), 74:571-576.
- 17- Tiffany, L. H. and Mritton, M., 1970; The algae of Illinois, New York: McGraw Hill.
- 18- Vasconcelose, V. M. and Pereiro, E., 2001; Cyanobacteria diversity and toxicity in a wastewater treatment plants, Wat. Res. 35 (5): 1354-1357.
- 19- Yang, L. B. and Wing, L. K., 1980; Wastewater treatment and resource recovery. (DCR) Report 154 e, International Development and Research Center, Ottawa, p: 47.
- 20- Yentsch, C. S., 1980; Phytoplankton growth in the sea, a coalescence of disciplines In: Falkowski P., editor. Primary productivity in the sea, New York: Plenum, p: 17-32.
- 21- Zhang Y. and Prepas E. E., 1996; Regulation of the dominance of planktonic Diatoms and Cyanobacteria in four eutrophic hardwater lakes by nutrients water column stability temperature, Can. J. Fish Aquat. Sci., 53: 621-633.

