عملکرد میکروبیولوژیکی استخرهای تثبیت چند مرحله‌ای

برای استفاده از پساب خروجی در کشاورزی

م.م. ساکار و م.ب. پسکود

M. M. Saqqar and M. B. Pescod

Department of Civil Engineering, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK

دانشگاه نیوکاسل بخش مهندسی شهری

ترجمه: حمید موحدیان

خلاصه :

این مقاله حاوی اطلاعات جامعی در باره حذف کلیفرمهای کل و مدفوعی و همچنین حذف تخم انگلهای روده ای در استخرهای الثمرا در طول زمستان از دسامبر ۱۹۸۶ تا مارس ۱۹۸۷ میباشد. این استخرهای سری تا زمان ماند ۳۴ روز و در دمای ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد بطور کامل تخم انگلها را حذف کرد ولی در مورد کلیفرمهای مدفوعی قادر نبود خود را با استاندارد سازمان بهداشت جهانی یعنی ۱۰۰/۱۰۰۰ میلی لیتر مطابقت دهد. افزایش زمان ماند تأثیر مثبتی بر روی از بین رفتن کلیفرمهای مدفوعی دارد.

بار سطحی آلی ، PH استخر، غلظت BOD_5 و عمق نیز بر روی میزان حذف کلیفرمهای مدفوعی مؤثر است . شواهد موجود حاکی از آن بود که بین عوامل بهره برداری و محیطی کنشهائی وجود دارد ولی دیگر الگوی ساده ارتباط دما و زمان برای حذف کلیفرمهای مدفوعی قدیمی شده است .

مقدمه :

اخیرا" سازمان جهانی بهداشت به منظور ایجاد هماهنگی بین کیفیت پساب و نوع محصولی که باید آبیاری شود دستورالعملهای میکروبیولوژیکی صادر کرده است .

سیستم آبیاری مشخص گردیده و نحوه کنترل تماس انسان با آلودگی نیز تعیین شد. برای اولین بار احساس شد در کنار حذف کلیفرمهای مدفوعی تحت شرائط مخصوصی از بین بردن تخم انگلها نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است . تعداد متوسط جبری تخم انگلها در هر لیتر برای پسآبی که جهت آبیاری محصولات کشاورزی بکار میرود در جدول ۱ آمده است میزان کلیفرمهای مدفوعی برای محصولاتی که بصورت خام مصرف میشود نیز تعیین گردید.

برای زمینهای ورزشی و پارکها ۱۰۰۰ در هر ۱۰۰ میلی لیتر پیشنهاد شده ولی برای انواع آبیاریهای دیگر هیچگونه استانداردی توصیه نشده است .

برای انجام دستورالعملهای کیفی ، در تصفیه خانه های فاضلاب شهری بایستی میزان کاهش غلظت کلیفرمهای مدفوعی حداقل ۴ برابر لگارتیم واحد در مبنای ۱۰ و غلظت تخم انگلها ۳ برابر لگارتیم واحد در مبنای ۱۰ باشد. مناسبترین روش تصفیه ای که انتظار میرود بتواند احتیاجات کیفی میکروبیولوژیکی را خصوصا" در مناطق گرمسیری و جاهائیکه هزینه زمین در حد معقولی است برآورده سازد استخرهای تثبیت سری میباشد.

در اینگونه استخرها تخم انگل ظرف مدت ۸ تا ۱۰ روز حذف میشود ولی برای کاهش باکتری مدفوعی در حد استانداردهای موجود حداقل به زمان ماندی دو برابر این نیاز داریم .

(۱)

استخرهای تثبیت الثمرا ـ اردن :

یکی از بزرگترین تأسیسات استخرتثبیت در جهان ، تصفیه خانه الثمرا در کشور پادشاهی اردن هاشمی است که فاضلاب شهرهای عمان (Amman) وزرکا (Zarqa) را تصفیه مینماید. سیستم شامل سه رشتهٔ موازی تقریبا" مساوی است که هر کدام از ۱۰ استخر سری تشکیل شده ، مساحت کل این تصفیه خانه حدود ۲۰۰ هکتار و در فاصله ۳۹ کیلو متری از عمان قرار گرفته است .

درطرح اصلی قرار بر این بوده که ۱۰ استخر سری در یك رشته بصورت دو استخر بیهوازی (A_1 و A_2) و بدنبال آن ۴ استخر اختیاری (F_1 ، F_2 ، F_3 ، F_4) و درنهایت چهار استخر تکمیلی (M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4) عمل نماید. ولی بهرحال درعمل حجم وسطح استخرها اجازه نداده واحدهای F_1 تا F_4 بصورت اختیاری و و یا استخرهای M_1 تا M_4 بصورت تکمیلی عمل نماید. درعوض از ابتدای شروع بکار آنها از ماه مه ۱۹۸۵ غالب این ده استخر سری بصورت بیهوازی و یا در شرائط فقدان اکسیژن عمل نمودند و تنها از یك یا دو استخر آخر در طول تابستان بصورت اختیاری بهره برداری شد.

فاضلاب شهرهای عمان و زرکا به اضافه فاضلاب‌سپتینگ تانك که وارد این استخرها میشود، تشکیل دهنده فاضلاب ورودی بسیار قوی است که هنگام ورود به الثمرا در حالت بیهوازی بسر میبرد.

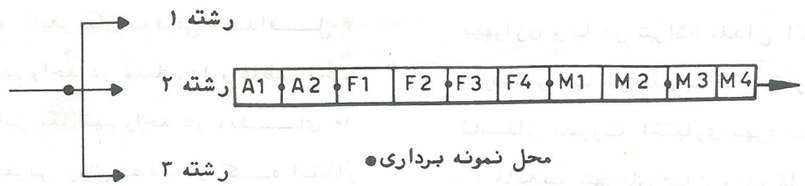
دامنه مطالعات کنونی :

نتایجی که در این مقاله گزارش شده در طول زمستان از دسامبر تا مارس ۱۹۸۶ جمع ـ آوری گردیده است . این چهار ماه سردترین ایام سال در اردن است و درخلال همین مدت انتظار میرود کیفیت پساب حاصله در بدترین وضعیت خود باشد. تمام نمونه هائی که نتایج آن در اینجا گزارش شده از استخرهای رشته دوم برداشته شده است .

درمکانهای مشخص شده بر روی شکل ۱ بخش ورودی و خروجی استخر بعنوان محل نمونه ـ برداری انتخاب گردید. درجدول شماره ۱ عمق متوسط و عمق استخرها آمده است .

هنگام انجام این مطالعات میزان دبی روزانه فاضلاب ورودی به تصفیه خانه الثمرا بطور متوسط ۶۷۶۰۰ متر مکعب بود و زمان ماند تئوریکی مربوطه نیز در جدول ۱ آمده است .

دما و PH در نزدیکی خروجی استخرها در عمق ۱۰ ، ۲۵ ، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتری اندازه‌گیری شد. مقادیر روزانه گزارش شده متوسط اندازه گیری صبح و بعد از ظهر میباشد. مشخصا" با اندازه گیری های گسترده تر در زمانهای مختلف میتوان به اندازه دقیق تر



شکل شماره (۱) ترتیب قرار گرفتن استخرها و مکانهای نمونه برداری

TABLE 1 Mid-depth Areas, Depths and Theoretical Retention Times in ponds

Pond	A1	A2	F1	F2	F3	F4	M1	M2	M3	M4
Mid-depth area, ha.	3.16	3.16	7.25	7.25	7.25	7.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Depth, m	5.1	5.1	2.25	2.1	1.6	1.6	1.2	1.2	1.2	1.2
Theoretical retention time, days	4.6	4.6	4.8	4.3	3.2	3.2	2.3	2.3	2.3	2.3

جدول شماره (۱) عمق متوسط ـ عمق و زمان ماند تئوریکی در استخرها

متوسط روزانه دسترسی پیدا کرد. دوبار در هفته BOD_5 کل و محلول فاضلاب خام از نمونه هائی که از قسمت ورودی گرفته شده بود و برای پساب از آنهائی که از خروجیها برداشت شده بود اندازه گیری گردید. با استفاده از یك نمونه گیر اتوماتیك ۲۴ ساعته نمونه های مخلوط فاضلاب خام بدست آمد. حال آنکه برای تعیین پارامترهای عمومی کیفیت پساب بین ساعت ۱۰ صبح تا ۱۲ ظهر از تمام نقاط دیگر نمونه برداری لحظه ای انجام شد.

برای ارزیابی مقدار کلیفرم و تخم انگل بطور هفتگی نمونه برداری انجام شد.

فاضلاب خام و پسابهای حاصل از استخرهای A_1 ،A_2 ،F_2 ،F_4 ،M_2 ،M_4 مطابق (۲) با جزوه عملی اتحادیه کنترل آلودگی آب نمونه برداری شد و جهت تعیین کلیفرمهای مدفوعی برطبق کتاب استاندارد متد (۱۹۸۰ APHA) از روش لوله های چندتائی (۳) استفاده شد. برای اندازه گیری میزان تخم انگل ، روش ته نشینی کان من (۴) و دیگران بکار گرفته شد.

حذف کلیفرمهای مدفوعی دراستخرهای سری :

کلیفرمهای مدفوعی و کل نمونه های برداشت شده برطبق آنچه در بخش پیشین ذکر شد مورد آزمایش قرار گرفت که مقادیر متوسط هندسی (۵) در جدول ۲ آمده است .

TABLE 2 Monthly Geometric Means for Total and Faecal Coliforms

Month	DEC 1986		JAN 1987		FEB 1987		MARCH 1987	
Average monthly water temp. °C	12.1		11.8		14.9		15.1	
Monthly geometric mean	Total Coliforms No/100 ml	Faecal Coliforms No/100 ml	Total Coliforms No/100 ml	Faecal Coliforms No/100 ml	Total Coliforms No/100 ml	Faecal Coliforms No/100 ml	Total Coliforms No/100 ml	Faecal Coliforms No/100 ml
Effluent of Pond A1	6.5×10^7	2.22×10^7	9.59×10^7	1.50×10^7	9.42×10^7	1.90×10^7	7.52×10^7	1.78×10^7
Effluent of Pond A2	2.59×10^6	9.20×10^5	4.28×10^7	6.18×10^6	5.57×10^7	1.0×10^7	3.23×10^7	7.94×10^6
Effluent of Pond F2	4.02×10^6	4.73×10^5	7.15×10^6	1.02×10^6	7.05×10^6	9.98×10^5	6.94×10^6	7.84×10^5
Effluent of Pond F4	6.38×10^5	6.53×10^4	1.24×10^6	1.76×10^5	8.78×10^5	1.12×10^5	6.30×10^5	9.65×10^4
Effluent of Pond M2	8.21×10^4	8180	2.36×10^5	31020	1.28×10^5	17252	4.87×10^4	13924
Effluent of Pond M4	12289	1022	27838	4423	13176	2631	3908	814

جدول شماره (۲) متوسط هندسی ماهانه کلیفرمهای مدفوعی و کل

متوسط هندسی کلیفرمهای کل و مدفوعی در ۱۴۴ نمونهٔ فاضلاب خام بترتیب $1/07\times10^8$ و $2/48\times10^7$ بود .

کاملا" واضح است در بیشتر طول مدت مطالعه کیفیت پساب نهائی (پساب خروجی از استخر M_4) با استاندارد سازمان جهانی بهداشت (۱۰۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر) مطابقت ندارد، اگر چه فاضلاب از خلال استخرهای سری عبور نموده و حداقل زمان ماند تئوریکی آن نیز ۳۴ روز بوده است . بر طبق دستور العملهای آب و فاضلاب زمان ماند ۲۰ روز در مناطق گرمسیر باعث میشود میزان کلیفرمهای مدفوعی دراستخرهای تثبیت سری با استانداردها هماهنگ گردد. علی الظاهر دمای پائین تر که در طول زمستان بر تصفیه خانه حاکم بوده در میزان حذف کلیفرمهای مدفوعی تأثیرات سؤ داشته است . جدول ۳ نشاندهنده ضریب نابودی کلیفرمهای مدفوعی و کل میباشد . محاسبات مربوط به هر استخر برطبق فرمول پیشنهادی ماریس (۶) (۱۹۷۴) انجام گردیده است :

$$\frac{Ne}{Ni} \quad \frac{1}{1 + kb\theta}$$

که در آن :

Ni = تعداد کلیفرمهای موجود در فاضلاب ورودی در ۱۰۰ میلی لیتر .

Ne = تعداد کلیفرمهای موجود در پساب خروجی در ۱۰۰ میلی لیتر .

θ = زمان ماند تئوریکی برحسب روز .

kb = ضریب درجه اول نابودی کلیفرمها در یك روز .

TABLE 3 Total and Faecal Coliform Die-off Coefficients (K_b) for Individual Ponds (d-1)

Pond	Parameter	DEC. 1986	JAN. 1987	FEB. 1987	MARCH 1987 Values	4-Month Geometric Means of K_b
A1	Total Coliforms	0.11	0.03	0.03	0.09	0.06
	Faecal Coliforms	0.14	0.24	0.07	0.12	0.11
A2	Total Coliforms	0.28	0.27	0.15	0.19	0.22
	Faecal Coliforms	0.23	0.31	0.19	0.20	0.23
F2	Total Coliforms	0.28	0.32	0.40	0.24	0.28
	Faecal Coliforms	0.31	0.32	0.48	0.40	0.37
F4	Total Coliforms	0.39	0.43	0.57	0.48	0.46
	Faecal Coliforms	0.43	0.44	0.62	0.50	0.49
M2	Total Coliforms	0.65	0.56	0.70	0.76	0.66
	Faecal Coliforms	0.66	0.60	0.67	0.53	0.61
M4	Total Coliforms	0.58	0.83	0.92	0.74	0.76
	Faecal Coliforms	0.67	0.72	0.68	0.66	0.68

جدول شماره (۳)

ضریب نابودی کلیفرمهای مدفوعی و کل برای هر استخر بطور مجزا دریك روز

این جدول نشاندهندهٔ آنست که مقادیر kb برای کلیفرمهای مدفوعی و کل بترتیب اضافه تر میشود گرچه تمام استخرها در شرائط آب و هوای یکسان و دمای مشابهی (در دامنه ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد) بسر میبرده اند. کاملا" مشخص است فرمول ساده ارتباط زمان و دما که بوسیله ماریس پیشنهاد شده است از توضیح فرآیند نابودی کلیفرمها در استخرهای تثبیت الثمرا ناتوان بوده است و عوامل محیطی دیگری در زنده ماندن این اندامگان شاخص مؤثر بوده اند.

در اثر نبود اطلاعات مقایسه ای مربوط به نابودی کلیفرمها در طول تابستان امکان ارزیابی تأثیر دما دراین مرحله بوجود نیآمد ولی تحقیقات بیشتری دردست انجام است (۱۹۸۹) که به محققین اجازه میدهد عوامل محیطی مؤثر را ارزیابی نمایند.

قرار شد از میان شرائط محیطی و بهره برداری که دسترسی به اطلاعات مربوط به آنها امکانپذیر بود به تأثیر زمان ماند تئوریکی ، بار آلی سطحی ،PH ، غلظت BOD_5 و عمق استخر بر روی ضریب نابودی کلیفرمهای مدفوعی توجه شود . جدول شماره ۴ اطلاعات مربوط به این عوامل را درطول دوران مطالعه نشان میدهد. شکل ۲ تا ۶ سطح این عوامل را در برابر ضرائب نابودی کلیفرم مدفوعی همراه با خطوط برگشت خطی نشان میدهد .

شکل شماره ۲ این باور عموم را که نابودی کلیفرمهای مدفوعی با زمان ماند ارتباط مستقیم دارد ودرحین عبور فاضلاب از میان استخرها کاهش آن بطور لگاریتمی افزایش میبابد تأئید مینماید. گوشه ای از تأثیر بار

آلی سطحی بر روی ضریب نابودی کلیفرم مدفوعی بوسیله خط برگشتی در شکل ۳ نشان داده شده است ، دراین شکل kb با افزایش بار آلی کاهش مییابد. این امر با نتایج بدست آمده بوسیله پولپ راسرت[۷] و دیگران در تایلند (۱۹۸۳) همآهنگ بوده و میتوان گفت با زمان ماند مشابهی نسبت به استخرهای اختیاری و بیهوازی در استخرهای تکمیلی میزان نابودی کلیفرمهای مدفوعی بالاتر است کمترین تأثیر بر روی حذف کلیفرم مدفوعی در استخرهای بیهوازی با بار آلی سطحی بالا صورت می پذیرد. در هر حال شیب کند خط برگشت در شکل ۳ در مقایسه با شکلهای ۴ ، ۵ و ۶ نشان دهنده آنست که اهمیت تاثیر فاکتورهای محیطی دیگر بر روی نابودی کلیفرم مدفوعی بیش از بار آلی سطحی میباشد.

برطبق نظر ساکار[۸] (۱۹۸۸) PH، غلظت جلبك و میزان مواد غذائی از عوامل محیطی مهم میباشد.

این عوامل با بار آلی موجود در یك استخر نیز تداخل دارد چرا که عموما" PH دراستخرهای بیهوازی نسبت به استخرهائی که بار آلی آن کم است پائین تر میباشد ، رشد جلبك نیز در استخرهای بیهوازی در پائین ترین حد خود بوده و غلظت مواد در استخرهای مرحله اول که غالبا" بیهوازی است بالاتر میباشد .

شکل ۴ و ۵ صحت این نظریات را تأئید کرده و نشان میدهد مقدار kb برای کلیفرمهای مدفوعی با افزایش PH زیاد میشود و هر چه غلظت BOD_5 بیشتر شود از مقدار kb کاسته خواهد شد. نتیجه تحقیقات منتشره بوسیله پرهدو[۹] رائو[۱۰] (۱۹۷۴) فی چم[۱۱] و دیگران (۱۹۸۳) و پیرسون و دیگران[۱۲] (۱۹۷۸) نشان داد با افزایش PH کلیفرم کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا میکند، حتی اگر PH به سطح کشنده ای برای کلیفرمها نرسد.

بر سر تعریف سطح کشنده PH اختلاف نظراتی وجود دارد، پرهدورائو (۱۹۷۴) مقادیر بیش از ۹/۵ را پیشنهاد کرده اند[۱۳] ، متکاف وادی[۱۴] (۱۹۷۹) بیش از ۹/۲ و پیرسون و دیگران (۱۹۸۷) رقم بیش از ۱/۹ مطرح کرده اند.

بخوبی روشن است پدیده فتوسنتز جلبکها که به شدت تابش نور خورشید بستگی دارد PH استخر تثبیت را تحت تاثیر خود قرار داده و به همین دلیل تأثیر بین PH و غلظت جلبکها مشهود است .

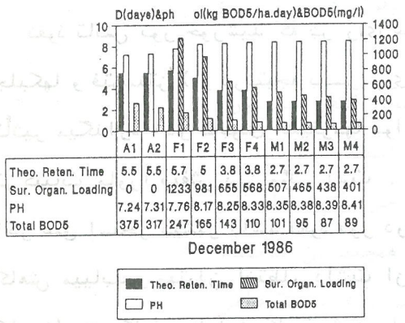
چنانچه در شکل ۵ نشان داده شده است نابودی کلیفرمهای مدفوعی و کاهش BOD_5 در استخر مطابق نظرات گان[۱۵] و دیگران (۱۹۶۸) و گلوینا[۱۶] (۱۹۷۱) باکتریها به منابع کربن و نیتروژن آلی احتیاج دارند. در نتیجه کمبود مواد آلی باعث کاهش تعداد کلیفرمها وهمچنین باکتریهای بیماریزا میگردد. گان و دستیارانش دریافتند که کاهش کلیفرم بطرز کاملا" نزدیکی همزمان با حذف BOD_5 انجام میشود و چنین نتیجه گیری کردند که کلیفرمها و بتبع آن باکتریهای بیماریزا قادر نیستند برای تأمین غذای خود با باکتریهای دیگر به رقابت برخیزند.

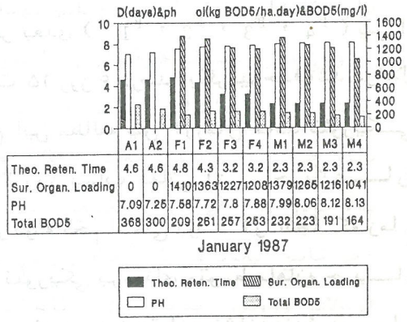
شکل شماره ۶ نشان میدهد نسبت نابودی کلیفرمهای مدفوعی با افزایش عمق استخر کاهش مییابد حال آنکه این امر با یافته های اوراگوئی[۱۷] و دیگران (۱۹۸۶) مبنی بر اینکه حذف کلیفرمها در استخرهای عمیق با استخرهای معمولی یکسان است مغایرت دارد .

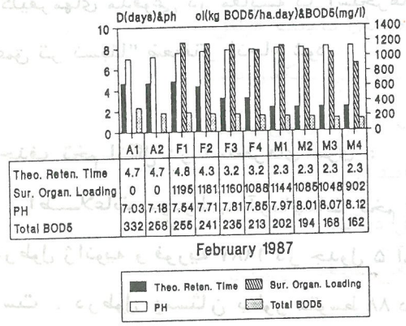
TABLE 4 Theoretical Retention Time (θ. daus). Surface Organic Loading (OL. kg BOD_5/ha.day) PH and Total BOD_5 (mg/l) in Al-Samra Ponds During the Period Dec. 1986-March 1987

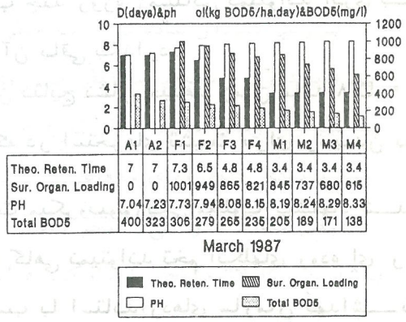
Sample or Pond	December 1986				January 1987				February 1987				March 1987			
	θ	OL	PH	BOD_5	θ	OL	PH	BOD_5	θ	OL	PH	BOD_5	θ	OL	PH	BOD_5
Raw wastewater	-	-	7.29	718	-	-	7.20	743	-	-	7.06	717	-	-	7.1	773
A1	5.5	-	7.24	375	4.6	-	7.09	368	4.7	-	7.03	332	7.0	-	7.04	400
A2	5.5	-	7.31	317	4.6	-	7.25	300	4.7	-	7.18	258	7.0	-	7.23	323
F1	5.7	1233	7.76	247	4.8	1410	7.58	209	4.8	1195	7.54	255	7.3	1001	7.73	306
F2	5.0	981	8.17	165	4.3	1363	7.72	261	4.3	1181	7.71	241	6.5	949	7.94	279
F3	3.8	655	8.25	143	3.2	1227	7.80	257	3.2	1160	7.81	235	4.8	865	8.08	265
F4	3.8	568	8.33	110	3.2	1208	7.88	253	3.2	1088	7.85	213	4.8	821	8.15	235
M1	2.7	507	8.35	101	2.3	1379	7.99	232	2.3	1144	7.97	202	3.4	845	8.19	205
M2	2.7	465	8.38	95	2.3	1265	8.06	223	2.3	1085	8.01	194	3.4	737	8.24	189
M3	2.7	438	8.39	87	2.3	1216	8.12	191	2.3	1048	8.07	168	3.4	680	8.29	171
M4	2.7	401	8.41	89	2.3	1041	8.13	164	2.3	902	8.12	162	3.4	615	8.33	138

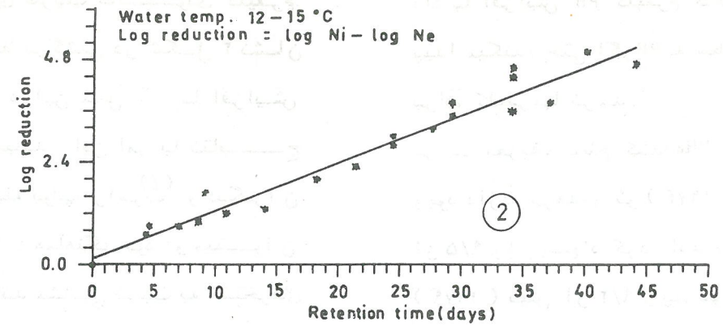
جدول ۴ ـ زمان ماند تئوریکی (θ روز) بار آلی سطحی (OL کیلو گرم BOD_5 درهکتار در روز) PH و BOD_5 کل (میلیگرم در لیتر) در استخرهای الشمـرا در خلال دوره دسامبر ۱۹۸۶ تا مارس ۱۹۸۷ .

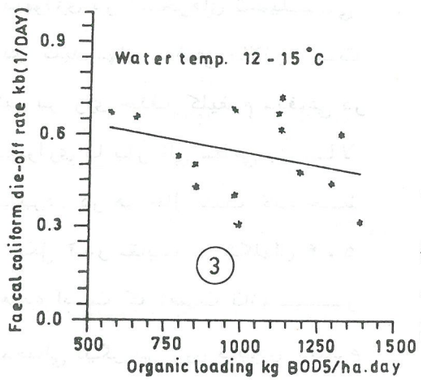


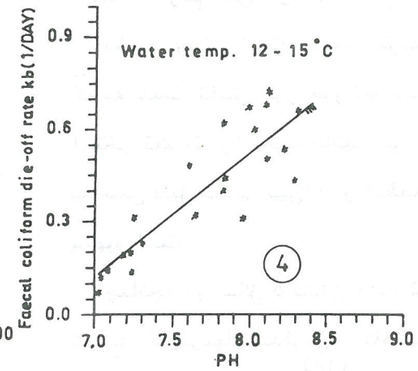


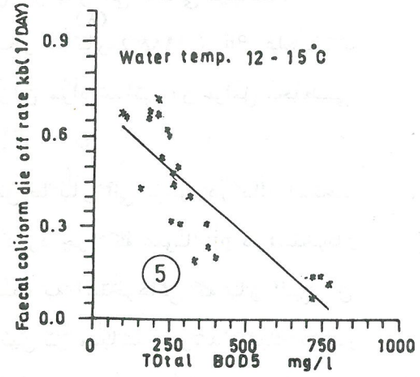


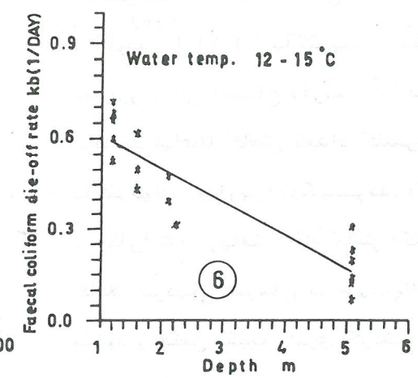












شکل شماره ۲ ـ تغییرات کاهش کلیفرم مدفوعی درارتباط با زمان ماند .

شکل شماره ۳ ـ تغییرات ضریب میزان نابودی کلیفرم مدفوعی درارتباط بـا بار آلی .

شکل شماره ۴ ـ تغییرات ضریب میزان نابودی کلیفرم مدفـوعـی در ارتباط با PH .

شکل شماره ۵ ـ تغییرات ضریب میزان نابودی کلیفرم مدفوعی درارتباط بـا BOD_5

شکل شماره ۶ ـ تغییرات ضریب میزان نابودی کلیفرم مدفوعی در ارتباط با عمق استخـر .

TABLE 5 Nematode* Egg Counts in Al-Samra Ponds System

Date	Sample Location			
	Raw wastewater eggs/l	A2 outlet eggs/l	F4 outlet eggs/l	M4 outlet eggs/l
24/1/1987	71	7	7	0
31/1/1987	53	10	7	0
7/2/1987	50	10	10	0
14/2/1987	141	36	24	0
20/2/1987	350	10	0	0
Geometric Mean	99	12	6	0**
Removal Efficiency	-	88%	94%	100%

*Ascaris lumbricoides, Trichuris trichiura. Ancyiostoma duodenala and Nectar americanus

**Arithmetic mean

جدول شماره (۵)

شمارش تخم انگل در استخرهای تثبیت الثمرا

باردیگرتداخل بین عمق استخر و پاره ای عوامل مؤثر دیگر نظیر PH، غلظت جلبک و شدت نور آشکار میگردد.

نفوذ تابش نور خورشید که بر روی غلظت جلبکها و فتوسنتز (و درنتیجه بر روی PH) تأثیر میگذارد ، در نابودی کلیفرمها بواسطه ترکیبات ماورأ بنفش نیز مؤثر است .

اگر عمق استخر بیشتر باشد نفوذ نور در آن کاهش میبابد و میتوان انتظار داشت ازمیزان کلی نابودی کلیفرمها نیز کاسته شود. از آنجا که عمق استخرهای بیهوازی بیش از استخرهای اختیاری و تکمیلی میباشد باعث میگردد حذف کلیفرمهای مدفوعی در مقایسه با استخرهای کم عمق تر نسبتا" ضعیفتر انجام شود.

حذف تخم انگل در استخرهای سری :

اطلاعات مربوط به آزمایشات تخم انگل درطول ژانویه و فوریه ۱۹۸۷ در جدول ۵ آمده است . درطول زمستان بطور متوسط ۸۸ درصد از تخم انگلهای موجود در فاضلاب خام در دو استخر بیهوازی اولیه (A_1 و A_2) با زمان ماند تئوریکی ۸ روز حذف گردید. درچهار استخر بعدی (F_1 , F_2 , F_3 , F_4) پس از گذشت ۱۵ روز ۶ درصد دیگرنیزحذف شد.درخلال انجام این مطالعه پس اززمان ماند تئوریکی کل ۳۴ روز پسآب نهائی از استخر M_4 عاری از هرگونه تخم انگلی بود . از آنجا که زمان ماند تئوریکی برمبنای متوسط ماهانه جریان محاسبه شده بود نمیتواند نشاندهندهٔ زمان ماند واقعی باشد چرا که زمان ماند واقعی تحت تأثیر جریان مرده قراردارد و سیلابهای مهیب چند روزه زمستانی نمیتواند اثری بر روی آن باقی بگذارد.

این نتایج نشان میدهد زمان ماند ۸ تا ۱۰ روز که در استخرهای تثبیت برای رسیدن به کیفیت میکروبیولوژیکی مطلوب پیشنهاد شده است گاهی نمیتواند تخم انگلهای روده ای را متناسب با استانداردهای سازمان بهداشت

جهانی (کمتر از ۱ در لیتر ۱۹۸۹) حذف نماید . اگرچه جریان مرده زمان ماند واقعی را در استخر تحت تأثیر قرار میدهد ولی احتمالا" ۲۳ روز زمان ماند تئوریکی در شش استخر اولیه حداقل برابر ۸ تا ۱۰ روز زمان ماند واقعی میباشد . نتیجتا" میزان تأثیر استخرها درحذف کامل تخم انگلها طی ۸ تا ۱۰ روز خصوصا" در دمای پائین تر از دمای بهره برداری (۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد) مورد تردید میباشد.

نتایج بدست آمده توسط مارا[۱۸] و سیلوا[۱۹] (۱۹۸۶) نشان میدهد که دمای بالا تأثیر مثبتی بر روی حذف تخم انگل دارد چرا که تحقیقات آنها درشمال شرقی برزیل و با دمای محیط ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتیگراد صورت پذیرفت این امر فرضیهٔ حذف تخم انگلها به واسطه عمل ته نشینی را تأئید میکند چرا که با افزایش دما سرعت ته نشینی نیز افزایش مییابد . عوامل دیگری که باعث بقای تخم انگلها در استخرهای الثمرا میشود حضور مواد شناوری نظیر توده های جلبکی و کف ناشی از مواد پاک کننده میباشد.

از نیمسال ۱۹۸۷ به بعد اطلاعات ۳۰ ماهه در مورد حذف تخم انگل جمع آوری گردیده و هم اکنون توسط محققین تحت بررسی است تا بتوان ازآن یك الگوی ریاضی استخراج کرد.

نتیجه گیری :

نتایج گزارش شده حاصل از مطالعات، توانائی استخرهای تثبیت درهمآهنگی با استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و کیفیت میکروبیولوژیکی پسآبهای خروجی مورد مصرف درآبیاری را مورد تردید قرار داد.

بخشی از علل ناتوانی استخرهای الثمرا در عدم رسیدن به سطح کیفی مورد نیاز طی زمان ماندی که در دستورالعملهای تصفیه ذکر شده است مربوط به بالا بودن بار آلی در استخرهای سری میباشد . این امر به جز یکی دو استخر آخر مانع ایجاد شرائط اختیاری در بقیه استخرها میگردد. همچنین شاید فاضلاب ورودی ، بسیار قوی و فاضلاب سپتیك تأثیر سوئی بر روی سیستم باقی بگذارد . ایجاد شرائط بیهوازی ، هنگام ورود به تصفیه خانه و فاضلاب که حاوی نیتروژن آمونیاکی و سولفور زیادی است میتواند بر روی فعالیت جلبکها تأثیر گذارده و مقدار PH را تغییر دهد.

بررسی نمودار ساده برگشت خطی نشان داد که در استخرهای تثبیت عوامل بهره برداری و محیطی مختلفی بر روی میزان نابودی کلیفرمها اثر میگذارند. به غیر از زمان ماند ، غلظت BOD_5 و PH و عمق نیز تأثیرات قابل توجهی بر روی نابودی کلیفرمهای مدفوعی در استخرهای الثمرا داشته اند .

بنظر میآید بار آلی استخر تأثیر کمتری نسبت به ۴ عامل دیگر داشته باشد ولی کاملا" مشخص است که این عوامل تأثیرات متقابلی روی یکدیگر دارند.

برمبنای اطلاعات وسیعتری نسبت به آنچه در اینجا بیان شده است یک تجزیه و تحلیل برگشتی صورت گرفت که اهمیت نسبی عوامل گوناگونی را نشان خواهد داد.

انتظار میرود در تحقیقات آتی الگوئی از عوامل مطلوب در تصفیه فاضلاب برای استخرهای تثبیت سری بدست آید که پساب حاصل با استانداردهای سازمان جهانی بهداشت در مورد کیفیت لازم برای مصرف در امر آبیاری مطابقت داشته باشد.

(1): Alsamra

(2): Water pollution control federation (W.P.C.F)

(3): Multiple-tube

(4): Coneman

(5): Geometric means

(6): Marais. G.V.R (1974). Faecal bacteria kinetics in stabilizatjon ponds. Jour. Env. Eng. Div. ASCE.100. EEl. 119-139.

(7): Polprasert. C. Dissanayake. H. G. and Thanh. N. C (1983). Bacterial die-off kinetics in waste stabilization ponds. Jour. WPCF. 55. 3. 285-296.

(8): Saqqar. M.M. (1988). Coliform die-off in waste stabilization ponds in Jordan. Regional Seminar on wastewater Reclamation and Reuse. Cairo. Egypt. UN Food and Agriculture Organization. Rome.

(9): Parhad. N.M. and Rao. N.U. (1974). Effect of PH on survival of Escherichia coli. Jour. WPCF. 46.5. 980-986.

(10):Rao

(11):Feachem. R.C. Bradley.D.G. Garelick. H. and Mara. D.D. (1983). Sanitation and diseases: Health aspects of excreta and wastewater management. John Wiley and Sons.

(12):Pearson.H.W. Mara. D. D. Milis.S . W.. Swallman. D.(1987). Physico -- Chemical parameters influence faecal bacteria survival in waste stabilization ponds. Water Science and Technology. 19. (12) 145-52.

(13):Metcalf and Eddy. Inc. (1979). Wastewater engineering: Treatment, disposal and reuse. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company New York.

(14):Eddy.

(15):Gann. J. D. Collier.R.E and Lawrence. C. H. (1968) Aerobic bacteriology of waste stabilization ponds. Jour. WPCF. 40. 185-191.

(16):Gloyna. E.F. (1971). Waste Stabilization ponds. WHO. Monograph Series 60. Geneva.

(17):Oragui. J. I.. curtis. T. P.. Silva. S. A.. Mara. D. D. (1986). The removal of excreted bacteria and viruses in deep waste stabilization ponds in Northeast Brazil. Paper presented at IAWPRC Conference. Rio de Janero.

(18):Mara. D. D. and Silva. S. A.(1986) Removal of intestinal nematode eggs in tropical waste stabilization poncs. Jour. Tropical Medicine and Hygiene. 89(2). 71-74.

(19):Silva.