

Engelberg Guideline Value Survey in Isfahan South and Northe Wastewater Treatment Plants Effluents.

M. Arbabi

H. Movahedian

B.Bina

This paper is based on the second part of a project to investigate the possibility of South and North Wastewater Treatment plants in removal of nematode eggs and fecal coliform bacteria and whether the effluent quality meets the Engelberg guideline value for unrestricted irrigation.

The first part of this project was investigated at Folad -shahr Stabilization Ponds (Isfahan). The results show sufficient bacterial die-off and eggs removal. The report on this part is to be found in WWCE Journal No. 15.

The results of this investigation (second part) show that the removal of namatode eggs in South Wastewater Treatment Plant was sufficient and effluent quality meets the new WHO health guideline requirement for unrestricted irrigation. The results also show 99.9 percent reduction of fecal coliform. However, the effluent of North Wastewater Treatment Plant does not conform to WHO guideline and is not suitable for irrigation or fish farming without further treatment

In this study the number of human intestinal nematode eggs in raw and treated wastewater was enumerated using Bailengers method and McMaster slides; and Leed II technique with Sedgewick Rafter Counting cell slide, respectively. Additionally, the number of fecal and total coliform were enumerated. Finally, the efficiency of two wastewater treatment plants in removal of nematode eggs and bacteria was compared with the results obtained for BOD removal in these plants and the correlation was established.

بررسی شاخص انگلبرگ در تصفیه خانه های

شمال و جنوب اصفهان



محسن اربابی* حسین موحدیان عطار** بیژن بینا***

خلاصه:

همانگونه که در شماره ۱۵ مجله اشاره شده همزمان با بررسی راندمان برکه های تثبیت در حذف تخمهای انگل و کلیفرمهای مدفوعی، میزان تخم انگل و کلیفرمهای مدفوعی در تصفیه خانه های فاضلاب جنوب و شمال اصفهان نیز مطالعه شده و راندمان این دو نوع سیستم در برآوردن شاخص انگلبرگ با هم مقایسه گردید. در این مطالعه مقدار تخمهای انگل نماتود، سستود و ترماتود (با استفاده از روش جدید با یلنجر^۱ بالام شمارش مک^۲ مستر^۳ برای فاضلاب خام و روش لیدز^۲ بالام شمارش سجویک رافت^۴ برای پساب خروجی) و تعداد کلیفرمهای مدفوعی و کل شمارش گردید. همچنین میزان حذف تخمهای انگل و کلیفرمهای مدفوعی با میزان حذف BOD₅ در این تصفیه خانه ها از نظر آماری بررسی شد. نتایجی که از این مطالعه به دست آمد مشخص می کند که تصفیه خانه جنوب اصفهان در حذف تخمهای انگل در حد استاندارد میکروبی WHO بوده و کلیفرمهای مدفوعی را هم تا ۳ واحد لگاریتمی حذف کرده است. در مقابل آن تصفیه خانه شمال اصفهان که پساب آن به مصرف آبیاری کشاورزی نیز می رسد نتوانسته است خود را با استاندارد میکروبی WHO تطبیق دهد.

واژه های کلیدی

لجن فعال، کلیفرمهای مدفوعی، تخمهای انگل، استفاده مجدد پساب.

مقدمه:

مجموعه حوضچه هوادهی و ته نشینی ثانویه حذف می شوند [۵ و ۱].

اگر فرایند لجن فعال بخوبی طراحی و نگهداری شود BOD₅ را می تواند تا حدود ۹۰ درصد یا بیشتر حذف کند و

معمولاً فرایندهای رایج لجن فعال در صورت طراحی و کارگذاری مطلوب می توانند باکتریها و کلیفرمها را تا ۹۹ درصد یا ۲ واحد لگاریتمی و تخمهای انگل را ۹۹-۹۰ درصد حذف نمایند [۳ و ۴]. تخمهای انگل در حوضچه هوادهی در لخته های لجن به دام افتاده و متعاقب آن در حوضچه ته نشینی ثانویه از فاضلاب حذف می شوند. نتایج تحقیقات نشان می دهد که بیش از ۸۰ درصد تخم انگلها در

*- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد

** عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

*** عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

1- Bailenger

2- McMaster

3- Leads(II)

4- Sedgewick-Rafter

به منظور جلوگیری از بوجود آمدن حالات اسیدی یا قلیایی در تصفیه‌خانه لازم است که مقدار pH بین ۶/۵ تا ۸/۵ باشد [۲]. از طرفی اینگونه به نظر می‌رسد که کاربرد درصد حذف به عنوان ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه می‌تواند گمراه کننده باشد. به طور مثال اگر BOD₅ ورودی به تصفیه‌خانه "الف" ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و BOD₅ خروجی آن ۲۵ میلی‌گرم در لیتر باشد درصد حذف BOD₅ ۸۳ درصد خواهد بود و حال اگر BOD₅ ورودی به تصفیه‌خانه "ب" ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و BOD₅ خروجی آن ۳۰ میلی‌گرم در لیتر باشد بازه حذف BOD₅ ۹۰ درصد خواهد شد در صورتی که پساب تصفیه‌خانه "الف" از کیفیت بهتری نسبت به پساب تصفیه‌خانه "ب" برخوردار است. در حالیکه بازه حذف آن ۸۳ درصد می‌باشد. بنابراین کیفیت پساب نیز بایستی در ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌ها در نظر گرفته شود. آنالیز میکروبی پساب یکی دیگر از پارامترهای کیفیت است و به همین علت در تصفیه‌خانه‌های جنوب و شمال اصفهان میزان حذف تخمهای انگل و کلیفرمهای مدفوعی در طی فرایند تصفیه بررسی و مطالعه شد.

مواد و روش کار

برای نمونه برداری از تصفیه‌خانه‌های جنوب و شمال اصفهان، فاضلاب خام ورودی قبل از واحد آشغالگیر و پساب خروجی بعد از کلر زنی در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به صورت لحظه‌ای و هفته‌ای یک روز به مدت ۶ ماه برداشته شد.

درجه حرارت نمونه‌ها توسط دماسنج جیوه‌ای در محل نمونه‌گیری، اندازه‌گیری شد و بقیه پارامترها پس از حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه مورد آزمایش قرار می‌گرفت.

آزمایشاتی که بر روی فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه‌ها و پساب خروجی از آنها انجام گرفت، شامل شمارش تعداد تخم انگلها، شمارش تعداد کلیفرمهای کل و مدفوعی، آزمایش BOD₅ و pH بود. آزمایش BOD₅ با استفاده از روش یدومتری وینکلر و آزمایش pH با استفاده از دستگاه pH متر الکترونیکی انجام گرفت [۶]. شمارش و

شناسایی کلیفرمهای کل و مدفوعی با استفاده از روش تخمیر چند لوله‌ای انجام شد.

شمارش کلیفرمها با روش MPN که شامل آزمایشات احتمالی، تاییدی و تکمیلی کلیفرمهاست صورت گرفت. آزمایش مرحله احتمالی در حقیقت نشان دهنده اندیکس MPN و کل کلیفرمهاست که از محیط کشت لاکتوزبرات ۰/۵٪ به صورت یک غلظتی استفاده می‌شود. بعد از ترقیق لازم، نمونه‌های مورد نظر به محیط کشتهای فوق تلقیح شده و حداکثر بعد از ۴۸ ساعت در آنکوباتور با حرارت ۳۷ ± ۰/۵ درجه سانتی‌گراد نتایج مثبت با استفاده از جدول MPN محاسبه می‌شود. برای تعیین تعداد کلیفرمهای مدفوعی از محیط کشت تریپتون واتر و محیط کشت بریلیانت گرین با لوله دورهام همزمان با هم استفاده شد، بدین ترتیب که یک قطره از لوله‌های مثبت مرحله احتمالی به هر کدام از محیطهای فوق تلقیح کرده و بعد از ۲۴ ساعت در آنکوباتور با درجه حرارت ۴۴/۵ درجه سانتی‌گراد نتیجه با استفاده از جدول MPN محاسبه می‌شود [۸،۷].

برای شمارش تعداد تخم انگلها در فاضلاب ورودی از روش بایلنجر و در پساب خروجی از روش لیدز ۲ استفاده شد. هر کدام از این روشها به چهار نمونه یک لیتری در هر آزمایش احتیاج دارند. در روش اول از لام شمارش مک مستر و در روش دوم از لام شمارش سجویک رافتر جهت شمارش استفاده می‌شود. در مورد جزئیات این روش قبلاً توضیحات کافی داده شده است [۷].

نتایج و بحث

میانگین شش ماهه BOD₅ فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه جنوب و پساب خروجی آن به ترتیب ۱۶۹/۱۶ و ۲۶/۶۷ میلی‌گرم در لیتر و راندمان حذف آن ۸۴/۲ درصد می‌باشد. میانگین شش ماهه pH در فاضلاب خام و پساب خروجی این تصفیه‌خانه به ترتیب ۶/۸۸ و ۷/۵۴ می‌باشد (جدول ۱).

میانگین هندسی شش ماهه کلیفرمهای مدفوعی در

فاضلاب خام و در پساب خروجی تصفیه‌خانه جنوب به ترتیب ۱/۸×۱۰^۸ و ۳/۵×۱۰^۵ در ۱۰۰ میلی‌لیتر و راندمان حذف آن ۹۹/۸ درصد و میانگین هندسی شش ماهه

کلیفرمهای کل در فاضلاب خام و پساب خروجی به ترتیب ۴/۳×۱۰^۸ و ۸/۶×۱۰^۵ در ۱۰۰ میلی‌لیتر و راندمان حذف آن ۹۹/۸ درصد می‌باشد. (جدول ۲).

جدول (۱) : میانگین ماهانه BOD₅ (میلی‌گرم در لیتر) و pH و راندمان حذف BOD₅ در تصفیه‌خانه جنوب اصفهان

در خلال دوره اسفندماه ۱۳۷۲ تا مرداد ۱۳۷۳.

محل نمونه برداری	اسفند ۱۳۷۲		فروردین ۱۳۷۳		اردیبهشت ۱۳۷۳		خرداد ۱۳۷۳		تیر ۱۳۷۳		مرداد ۱۳۷۳		میانگین ۶ ماهه
	pH	BOD ₅	pH	BOD ₅	pH	BOD ₅	pH	BOD ₅	pH	BOD ₅	pH	BOD ₅	
فاضلاب خام ورودی	۶/۷	۱۶۰	۶/۷	۱۴۰	۶/۷	۱۵۰	۷	۱۴۵	۷/۲	۲۰۰	۶/۹	۲۲۰	۶/۸۸
پساب خروجی	۷/۳	۳۵	۷/۶	۳۰	۷/۵	۲۵	۷/۷۵	۲۰	۷/۷	۲۴	۷/۴	۲۶	۷/۵۴
راندمان حذف	-	٪۷۸/۱۲	-	٪۷۸/۵۷	-	٪۸۳/۳	-	٪۸۶/۲	-	٪۸۸	-	٪۸۸/۶	-

جدول (۲) : میانگین هندسی ماهانه کلیفرمهای مدفوعی و کل و راندمان حذف آنها در تصفیه‌خانه جنوب اصفهان

در خلال دوره اسفندماه ۱۳۷۲ تا مرداد ۱۳۷۳.

محل نمونه برداری	کلیفرمهای مدفوعی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه)						
	اسفند ۱۳۷۲	فروردین ۱۳۷۳	اردیبهشت ۱۳۷۳	خرداد ۱۳۷۳	تیر ۱۳۷۳	مرداد ۱۳۷۳	میانگین هندسی ۶ ماهه
فاضلاب خام ورودی	۲/۲×۱۰ ^۸	۲/۴×۱۰ ^۸	۲/۱×۱۰ ^۸	۲/۴×۱۰ ^۷	۲/۷×۱۰ ^۸	۵/۳×۱۰ ^۸	۱/۸×۱۰ ^۸
پساب خروجی	۹/۲×۱۰ ^۵	۸/۵×۱۰ ^۵	۹/۱×۱۰ ^۵	۲/۷×۱۰ ^۴	۲/۴×۱۰ ^۵	۲/۴×۱۰ ^۵	۳/۵×۱۰ ^۵
راندمان حذف	٪۹۹/۵۰	٪۹۹/۶۰	٪۹۹/۶۰	٪۹۹/۹۰	٪۹۹/۹۱	٪۹۹/۹۲	٪۹۹/۸۰

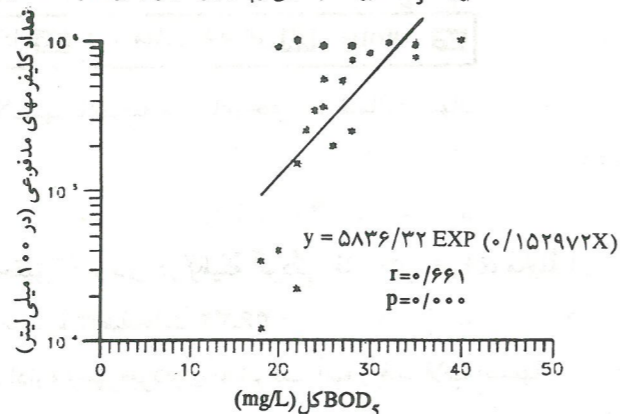
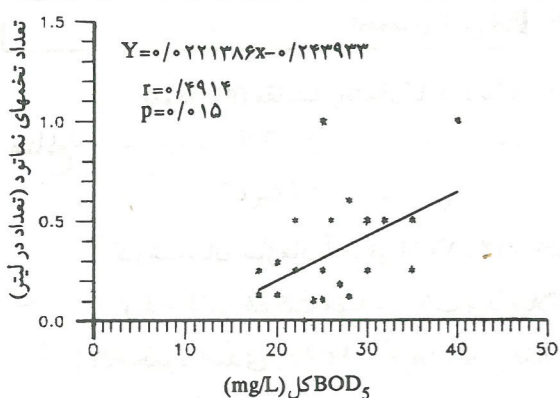
محل نمونه برداری	کلیفرمهای کل (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه)						
	اسفند ۱۳۷۲	فروردین ۱۳۷۳	اردیبهشت ۱۳۷۳	خرداد ۱۳۷۳	تیر ۱۳۷۳	مرداد ۱۳۷۳	میانگین هندسی ۶ ماهه
فاضلاب خام ورودی	۱/۵×۱۰ ^۹	۲/۳×۱۰ ^۸	۲/۱×۱۰ ^۸	۱/۴×۱۰ ^۸	۲/۷×۱۰ ^۸	۲/۴×۱۰ ^۹	۴/۳×۱۰ ^۸
پساب خروجی	۷/۵×۱۰ ^۶	۹/۵×۱۰ ^۵	۹/۱×۱۰ ^۵	۲/۱×۱۰ ^۵	۲/۴×۱۰ ^۵	۱/۲×۱۰ ^۶	۸/۶×۱۰ ^۵
راندمان حذف	٪۹۹/۵۰	٪۹۹/۵۸	٪۹۹/۵۶	٪۹۹/۸۵	٪۹۹/۹۱	٪۹۹/۹۵	٪۹۹/۸۰

برکه‌های تثبیت پولادشهر	BOD ₅	pH	کلیرمهای مدفوعی	کلیرمهای کل	تعداد تخم انگلهای کرمی
فاضلاب خام ورودی	۲۰۶	۷/۳۷	۶/۶×۱۰ ^۷	۲/۸×۱۰ ^۸	۲۵/۸۹
پساب خروجی	۱۵/۶	۸/۲۷	۷×۱۰ ^۲	۲/۱×۱۰ ^۳	۰
راندمان حذف	٪۹۲/۴۲	-	٪۹۹/۹۹۸۹	٪۹۹/۹۹۹۲	٪۱۰۰

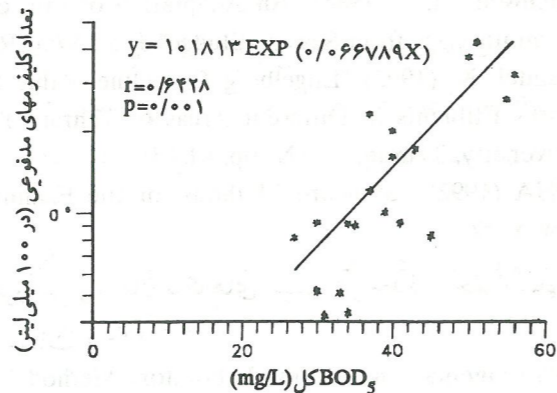
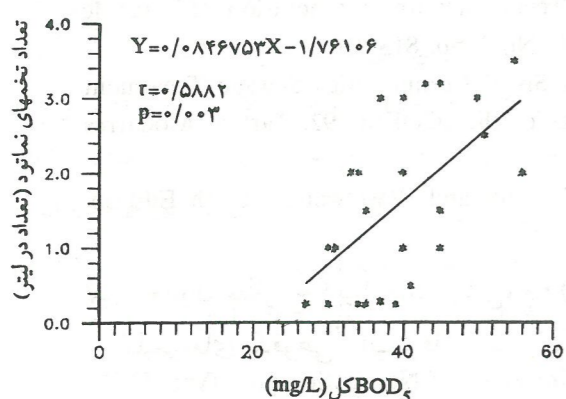
تصفیه‌خانه جنوب	BOD ₅	pH	کلیرمهای مدفوعی	کلیرمهای کل	تعداد تخم انگلهای کرمی
فاضلاب خام ورودی	۱۶۹/۱۶	۶/۸۸	۱/۸×۱۰ ^۸	۴/۳×۱۰ ^۸	۱۷/۱۸
پساب خروجی	۲۶/۶۷	۷/۵۴	۳/۵×۱۰ ^۵	۸/۶×۱۰ ^۵	۰/۳۴
راندمان حذف	٪۸۴/۲	-	٪۹۹/۸	٪۹۹/۸	٪۹۸

تصفیه‌خانه شمال	BOD ₅	pH	کلیرمهای مدفوعی	کلیرمهای کل	تعداد تخم انگلهای کرمی
فاضلاب خام ورودی	۲۴۴/۱۶	۶/۷۷	۲×۱۰ ^۸	۱/۰۳×۱۰ ^۹	۲۰/۴۳
پساب خروجی	۳۹/۷	۷/۴	۱/۵×۱۰ ^۶	۳/۸×۱۰ ^۶	۱/۶
راندمان حذف	٪۸۳/۷۴	-	٪۹۹/۲۶	٪۹۹/۶۳	٪۹۲/۱۶

توجه: BOD₅ بر حسب میلی‌گرم در لیتر، کلیرمها بر حسب تعداد کلیرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر و تعداد تخم انگلهای در یک لیتر نمونه گزارش شده است.



نمودار (۱) ارتباط بین BOD₅ با تعداد تخم انگلهای مدفوعی در پساب خروجی تصفیه‌خانه جنوب اصفهان



نمودار (۲) ارتباط بین BOD₅ با تعداد تخم انگلهای مدفوعی در پساب خروجی تصفیه‌خانه شمال اصفهان

پساب خروجی بالا باشد احتمال وجود تخم انگل و کلیرمهای مدفوعی نیز زیاد بوده است و می‌توان نتیجه گرفت که هر چقدر مواد آلی موجود در فاضلاب بهتر تثبیت شود (مخصوصاً جامدات معلق که دارای BOD₅ بیشتری هستند هر چقدر بهتر در واحد ته‌نشینی ثانویه، ته‌نشین شوند)، احتمال از بین رفتن کلیرمهای مدفوعی و تخمهای انگل بیشتر می‌شود و این مسئله نشان می‌دهد که عمده تخمهای انگل از طریق عمل ته‌نشینی حذف می‌شوند.

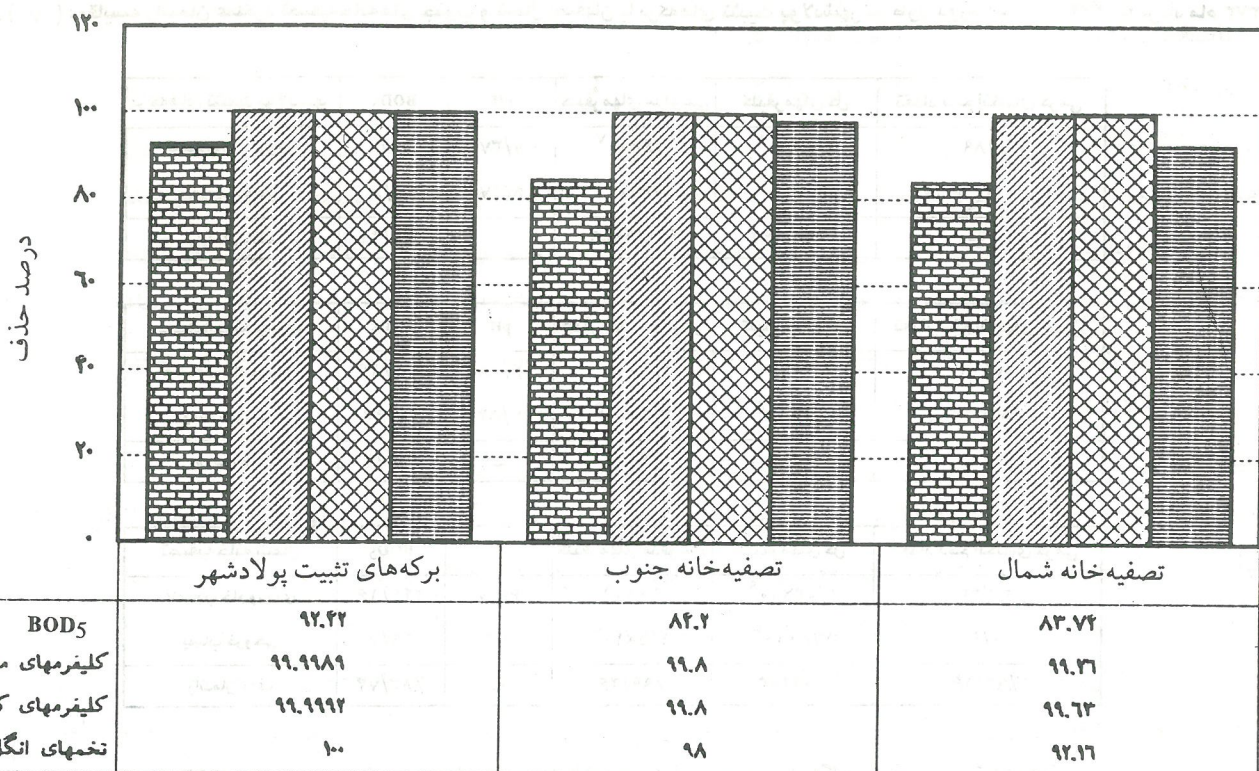
بررسی روابط بین BOD₅ در پساب تصفیه‌خانه شمال و تعداد کلیرمهای مدفوعی و تخمهای انگل نشان می‌دهد که ارتباط بین اینها از نظر آماری معنی‌دار است. یعنی با کاهش مقدار BOD₅ و تجزیه و تثبیت مواد آلی و ته‌نشینی مواد آلی قابل ته‌نشینی در حین تصفیه فاضلاب، تعداد تخم انگلهای و کلیرمهای مدفوعی نیز کاهش می‌یابد. نمودار (۲) چگونگی این ارتباط را نشان می‌دهد. از طرفی چون دامنه تغییرات pH در تصفیه‌خانه جنوب و شمال ناچیز بوده لذا نمی‌توان یک ارتباط منطقی و معنی‌دار بین pH و میزان حذف تخمهای انگل و کلیرمهای مدفوعی در پساب بدست آورد.

جدول (۷) و نمودار (۳) مقایسه اجمالی بین برکه‌های تثبیت پولادشهر (داده‌های مربوط به این مطالعه قبلاً ارائه شده است [۷]) با تصفیه‌خانه‌های جنوب و شمال اصفهان را در حذف تخمهای انگل و کلیرمهای مدفوعی نشان می‌دهد و مشخص می‌کند که برکه‌های تثبیت از نظر کیفیت میکروبی نسبت به سیستم لجن فعال از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده و راندمان حذف تخمهای انگل و کلیرمهای مدفوعی در برکه بیشتر از سیستم لجن فعال می‌باشد.

میانگین حسابی شش ماهه تعداد تخمهای انگل (نماتود) در فاضلاب خام و پساب خروجی تصفیه‌خانه شمال به ترتیب ۲۰/۴۳ و ۱/۶ و راندمان حذف آن ۹۲/۱۶ درصد می‌باشد. (جدول ۶).

همانطور که ملاحظه می‌شود تصفیه‌خانه جنوب اصفهان در مورد حذف تخمهای انگل به راحتی می‌تواند شاخص انگلبرگ (حداکثر یک عدد تخم در هر لیتر) را برآورد نماید و در مورد کلیرمهای مدفوعی هم به راحتی توانسته است آنها را تا ۳ واحد لگاریتمی حذف نماید هر چند یک سیستم لجن فعال که به خوبی طراحی شده هم نمی‌تواند کلیرمها را در حد استاندارد WHO (۱۰۰۰ کلیرم در صد میلی‌لیتر) حذف نماید. لازم به یادآوری است که پساب این تصفیه‌خانه مستقیماً به رودخانه زاینده رود تخلیه می‌شود. پساب حاصل از تصفیه‌خانه شمال اصفهان به منظور آبیاری محصولات کشاورزی مثل گندم و جو و آبیاری درختان جنگلی مثل کاج و سرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات انجام شده در این تصفیه‌خانه نشان می‌دهد که پساب حاصل از آن کیفیت چندان مطلوبی ندارد، و با توجه به اینکه پساب حاصل از این تصفیه‌خانه بمنظور آبیاری محدود استفاده می‌شود؛ متأسفانه استاندارد WHO در این زمینه رعایت نشده و تعداد تخمهای انگل که حد استاندارد آن در آبیاری محدود نامحدود اجباراً یک تخم در یک لیتر پساب می‌باشد، بیش از یکی است. احتمالاً علت این مسئله را می‌توان در بارآلی زیاد ورودی به تصفیه‌خانه (بیش از ظرفیت آن)، هوادهی ناکافی فاضلاب در حوضچه هوادهی و ته‌نشینی نامطلوب در حوضچه ته‌نشینی ثانویه ذکر کرد.

در این مطالعه همچنین ارتباط بین حذف BOD₅ و تعداد کلیرمهای مدفوعی و تخمهای انگل در پساب خروجی بررسی شد. نمودار (۱) این ارتباط را در تصفیه‌خانه جنوب نشان می‌دهد. بررسی این روابط از نظر آماری مشخص می‌کند که بین مقدار BOD₅ در پساب و تعداد کلیرمهای مدفوعی و تخمهای انگل ارتباط معنی‌داری وجود دارد. یعنی هر چقدر میزان مواد آلی در



تخمهای انگل کلیرمهای کل کلیرمهای مدفوعی BOD₅

نمودار (۳) مقایسه راندمان کارکرد برکه‌های تثبیت پولادشهر با تصفیه‌خانه‌های جنوب و شمال اصفهان

منابع

- ۱- کارشناسان سازمان آب تهران (۱۳۷۱)، نتیجه یک تحقیق کاربردی در زمینه آلودگی فاضلاب تهران، مجله آب و فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، شماره ۴ صفحات ۳۲-۳۶
- ۲- محمود اسدی (۱۳۶۷)، "فرایند لجن فعال در اصول اداره و بهره‌برداری"، شرکت آب و فاضلاب اصفهان.

- 3- Mara, D.D. Alabaster, G.P. Pearson, H. W. and S.W. mills (1992) "Waste stabilization ponds" Lagoon Technology International Leeds, England (ODA).
- 4- Stachwell, M.G. (1986) "An Adaptation of Concentration Techniques for Enumeration of Parasitic Helminth Eggs from Sewage Sludge" Jour. Wat. Res. vol. 20, No.7, pp. 813-816
- 5- Imandel, K. (1992) "Engelberg Guideline Value Survey of Small Communities Sewage Treatment Works Effluents in Different Areas of Tehran" Proceedings of the ICOEM- 92, Tarbiat Modarres University, Tehran, IRAN, pp. 41-43.
- 6- APHA (1992). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 18 th Edition, New York.
- ۷- موحدیان عطار، ح؛ بینا، ب؛ اربابی، م؛ (۱۳۷۴) "بررسی راندمان برکه‌های تثبیت در حذف تخم انگلها و کلیرمهای مدفوعی". آب و فاضلاب، شماره ۱۵، صفحات ۲-۱۱
- 8- "Environmental Engineering Laboratory Methods" (1988). University of Newcastle upon Tyne. U.K.
- 9- Ayres, R.M. (1984) "Enumeration of Parasitic Helminths in Raw and Treated Wastewater" W.H.O (A brief Practical Guide).