بررسی زدایش کلی فرم های مدفوعی در برکه های تثبیت فاضلاب در تصفیه خانه شوش تهران در سال ۱۳۷۸

دکتر محمدباقر میران زاده [۱]، دکتر امیرحسین محوی [۲]

خلاصه

سابقه و هدف : پساب خروجی از روش های مکانیکی فاضلاب محتوی عوامل بیماری زا بوده به طوری که گندزدایی پساب با کلر و ترکیبات دیگر لازم می نماید. گزارش شده که در برکه های تثبیت با توجه به زمان ماند طولانی ، میزان زدایش عوامل بیماری زا بالا بوده و دیگر نیازمند گندزدایی نخواهد بود که در نتیجه هزینه تصفیه فاضلاب را کاهش می دهد. بنابراین، به منظور تعیین زدایش کلی فرم های مدفوعی در برکه های تثبیت این تحقیق در سال ۱۳۷۸ در تصفیه خانه شهرک شوش تهران انجام گرفت.

مواد و روشها : پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی بر روی سیستم ISP (Integrated Stabilization Pond) در چهار فصل و به دو روش تغذیه فاضلاب ورودی صورت پذیرفت. سیستم مذکور مجموعه ای از برکه بی هوازی ادغام شده در برکه اختیاری به دنبال آن دو برکه پربار و تکمیلی به صورت سری می باشند که کل زمان ماند در سیستم ۲۰ روز بوده است. در طول مدت تحقیق دو هفته یک مرتبه نمونه برداری از فاضلاب ورودی و پساب خروجی از سیستم انجام کارآیی آن با شمارش تعداد کلی فرم های مدفوعی مورد سنجش و نتایج مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته ها : میزان حذف کلی فرم های مدفوعی درفصل بهار بیش از بقیه فصول بوده که مقدار آن به ۹۹/۹۷ درصد رسیده است. در مجموع، در طول مدت تحقق میزان حذف کلی فرم های مدفوعی حتی در فصل زمستان نیز بالای ۹۹/۵ درصد بوده که نشان دهنده کارآیی مؤثر سیستم در زدایش عوامل بیماری زا از فاضلاب می باشد.

نتیجه گیری و توصیه ها: برکه های تثبیت تلفیقی کارآیی را در از بین بردن عوامل بیماری زای موجود درفاضلاب دارا می باشند. تغذیه از طریق جریان رو به بالا در چاله تخمیر در افزایش کارآیی سیستم مؤثر بوده که نقش چاله تخمیر دربرکه اختیاری قابل ملاحظه می باشد. با توجه به عدم وجود تجربه در کشور انجام تحقیقات بیشتر را توصیه می نماید.

واژگان کلیدی : برکه تثبیت ،کلی فرم مدفوعی ، چاله تخمیر ، جریان رو به بالا

۱-دانشگاه علوم پزشکی کاشان - دانشکده بهداشت
۲- دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده بهداشت

مقدمه

با افزایش جمعیت و توسعه فعالیت های صنعتی ، میزان تولید فاضلاب نیز دارای سیر صعودی است به طوری که هر روزه سیل عظیم فاضلاب های خام و تصفیه نشده به محیط زیست روانه می گردد که نتیجه آن آلودگی شدید منابع آب و خاک و محصولات کشاورزی به انواع آلاینده های میکروبی و شیمیایی است که خطر جدی برای سلامتی انسان و بهداشت عمومی جامعه به حساب می آید (۱،۲،۳).

به منظور کاهش اثرات سوی ناشی از تخلیه بی رویه فاضلاب های محیط زیست و جهت ارتقای سطح بهداشت عمومی جامعه و همچنین با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و امکان استفاده مجدد از پساب آن برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و تفریحی می توان نسبت به تصفیه فاضلاب و زدایش مواد آلاینده آن اقدام نمود که تاریخچه کاربرد آن به نیمه دوم قرن هجدهم درکشور انگلستان برمی گردد.

روش های مختلفی برای تصفیه فاضلاب وجود دارد که هرکدام از این روش ها دارای مزایا و معایب مربوط به خود است. سیستم متداول در این زمینه فرآیند لجن فعال است که در این فرآیند به دلیل نیاز به تجهیزات مکانیکی و الکتریکی و بالا بودن مصرف انرژی و مشکلات راهبری ، هزینه تصفیه فاضلاب را افزایش می دهد. در مقابل، فرآیندهای ارزان قیمت نیز وجود دارد که در گروه فرآیندهای تصفیه طبیعی می باشند که نمونه ای از آن برکه های تثبیت فاضلاب است که مصرف انرژی در آن حداقل بوده و به تجهیزات الکترومکانیکی نیز وابستگی زیادی ندارد. علاوه بر این ، در برکه های تثبیت مشکلات مربوط به تصفیه و دفع لجن نیز تا حدودی مرتفع شده است. بالا بودن زمان ماند فاضلاب دربرکه ها سبب می شود که زمین مورد نیاز برای احداث آن ها افزایش یابد که عیب عمده آن ها محسوب می شود. از طرف دیگر، بالا بودن زمان ماند در این فرآیند دارای این مزیت است که راندمان زدایش ومرگ و میر عوامل بیماری زا را افزایش خواهد داد.. به طوری که استفاده از پساب آن برای مصارف کشاورزی و دیگر مصارف بدون نیاز به گندزدایی امکان پذیر می باشد. با توجه به مناسب بودن شرایط آب و هوایی در کشور ما و در دسترس بودن زمین ارزان قیمت در اکثر شهرها می توان از برکه ها به طور مؤثر به منظور تصفیه فاضلاب های شهری استفاده نمود (۴،۵،۶،۸،۱۰).

یکی از شاخص هایی که توسط سازمان بهداشت جهانی جهت استفاده مجدد از پساب برای مصارف کشاورزی ارایه نموده شمارش تعداد کلی فرم های مدفوعی در پساب می باشد که از این شاخص می توان به عنوان معیاری در خصوص سالم و بی خطر بودن کاربرد پساب برای آبیاری زمین های کشاورزی استفاده نمود (۱،۳،۷،۸).

به منظور بررسی کارآیی برکه های تثبیت تلفیقی ISP (Integrated Stabilization Pond) در زدایش کلی فرم های مدفوعی ، این تحقیق درتصفیه خانه فاضلاب شهرک شوش تهران طی سال ۱۳۷۸ انجام گرفت.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی (Quasi Experimental) و از نوع مقایسه قبل و بعد بر روی سیستم ISP درمحل تصفیه خانه فاضلاب سری به ترتیب شامل چاله هضم (برکه بی هوازی)، برکه اختیاری ، پربار و برکه تکمیلی (شکل ۱) بوده

که عمق مفید و زمان ماند در هر کدام از آن ها به ترتیب ۵/۳ ، ۱/۶ ، ۰/۵ ، ۰/۸ متر و ۲/۵ ، ۱۰ ، ۳ ، ۴/۵ روز بوده که زمان ماند کل در سیستم ۲۰ روز نگهداری شده است. زمان ساخت سیستم از مهرماه تا نیمه اول بهمن ماه و زمان راه اندازی آن نیز از نیمه دوم بهمن شروع و تا آخر اسفند ۷۷ ادامه داشته است.

شروع عملیات بهره برداری شامل نمونه برداری و انجام آزمایشات از فروردین ۷۸ بوده که تا پایان سال ۷۸ ادامه داشته است. در طول مدت تحقیق سیستم به مدت یک سال و طی چهار فصل و به دو روش تغذیه فاضلاب ورودی (فصل بهار ، پاییز و زمستان تغذیه از طریق کف چاله تخمیر به صورت رو به بالا و در تابستان تغذیه فاضلاب ورودی به صورت جریان رو به پایین) مورد بررسی و پایش قرار گرفت.تغذیه فاضلاب خام به سیستم از طریق انشعاب اخذ شده از روی خط پمپاژ فاضلاب ورودی به تصفیه خانه شهرک شوش انجام گرفته که به طور متوسط ۰/۵ ٤ متر مکعب به سیستم تزریق شده است. درطول مدت تحقیق دو هفته یک مرتبه نمونه ساده از فاضلاب خام و پساب خروجی از سیستم برداشت شد و بر روی آن ها آزمایش شمارش کلی فرم های مدفوعی و درجه حرارت بر اساس دستورالعمل ارایه شده درآخرین چاپ کتاب استاندارد روش انجام گرفت (۹). سپس نتایج حاصل مورد بررسی آماری قرار گرفته و نمودارهای مربوط به میزان زدایش کلی فرم های مدفوعی درفصول مختلف سال ترسیم گردید.

یافته ها

تحقیق در چهار فصل و با دو روش تغذیه فاضلاب خام (به صورت رو به بالا و رو به پایین) انجام گرفت. در جدول (۱) تغییرات میزان درجه حرارت هوا و فاضلاب در فصول مختلف سال ارایه گردیده و نشان می دهد که بیشترین درجه حرارت فاضلاب و هوا در فصل تابستان به ترتیب به میان ۲۵ و ۲۸/۹ و کمترین آن در فصل زمستان و به ترتیب به میزان ۱۶/۵ و ۶/۸ درجه سانتی گراد اندازه گیری شده است.

جدول ۱- میانگین تغییرات درجه حرارت هوا و فاضلاب درفصول مختلف سال ۱۳۷۸

دما / فصل	هوا (سانتی گراد)	فاضلاب (سانتی گراد)
بهار	۲۱/۸	۱۹/۸
تابستان	۲۸/۹	۲۵
پاییز	۱۲/٤	۱۸/۱
زمستان	٦/۸	۱٦/۵
میانگین سالانه	۱۷/۵	۱۹/۹

در جداول ۲ الی ۵ تعداد و میزان زدایش کلی فرم های مدفوعی درفصول بهار ، تابستان ، پاییز و زمستان درفاضلاب خام و پساب خروجی از سیستم ISP ارایه گردیده و بیانگر آن است که بیشترین تعداد کلی فرم ها در فصل زمستان به تعداد $۴/۶ \times ۱۰^{۷}$ و کمترین تعداد در فصل تابستان به تعداد $۱/۶ \times ۱۰^{۷}$ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر فاضلاب خام وجود داشته است.

همچنین درفصل بهار پساب خروجی از سیستم از کیفیت میکروبی بهتری برخوردار بوده به طوری که تعداد کلی فرم های مدفوعی به میزان $۷/۳ \times ۱۰^{۳}$ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر پساب کاهش یافته است.

بیشترین تعداد کلی فرم های مدفوعی در پساب در فصل زمستان و به میزان $۲/۳ \times ۱۰^{۵}$ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر پساب وجود داشته است.

جدول ۲- تعداد و درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام وپساب خروجی از پایلوت در فصل بهار در تصفیه خانه شوش در تهران در سال ۱۳۷۸

تاریخ / نوع پساب	۷۸/۲/۱۳	۷۸/۲/۲۷	۷۸/۳/۱۰	۷۸/۳/۳۱	میزان
فاضلاب خام	$۹/۸ \times ۱۰^{۶}$	۸×۱۰^{۷}	$۲/۳ \times ۱۰^{۷}$	$۹/۲ \times ۱۰^{۶}$	$۳/۰۵ \times ۱۰^{۷} \pm ۱/۸ \times ۱۰^{۶}$
پساب خروجی از پایلوت	$۹/۸ \times ۱۰^{۳}$	۸×۱۰^{۳}	$۶/۹ \times ۱۰^{۳}$	$۴/۶ \times ۱۰^{۳}$	$۷/۳ \times ۱۰^{۳} \pm ۱/۱ \times ۱۰^{۳}$
درصد زدایش	۹۹/۹۰	۹۹/۹۹	۹۹/۹۷	۹۹/۹۵	۹۹/۹۷

جدول ۳- تعداد و درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام وپساب خروجی از پایلوت در فصل تابستان در تصفیه خانه شوش در تهران در سال ۱۳۷۸

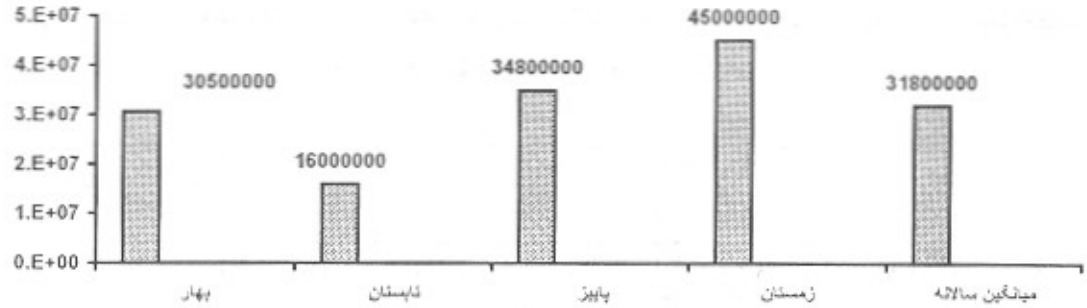
تاریخ / نوع پساب	۷۸/۴/۱۴	۷۸/۴/۲۸	۷۸/۵/۱۱	۷۸/۵/۲۵	۷۸/۶/۶	۷۸/۶/۲۲	میزان
فاضلاب خام	۳×۱۰^{۷}	$۵/۵ \times ۱۰^{۶}$	$۲/۱ \times ۱۰^{۶}$	$۱/۵ \times ۱۰^{۷}$	$۷/۸ \times ۱۰^{۶}$	$۱/۸ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۶ \times ۱۰^{۷} \pm ۱/۵ \times ۱۰^{۶}$
پساب خروجی از پایلوت	۳×۱۰^{۳}	$۲/۷ \times ۱۰^{۳}$	$۲/۷ \times ۱۰^{۳}$	$۱/۳ \times ۱۰^{۳}$	$۸/۵ \times ۱۰^{۳}$	$۱/۸ \times ۱۰^{۳}$	$۸/۳ \times ۱۰^{۳} \pm ۰/۹ \times ۱۰^{۳}$
درصد زدایش	۹۹/۹۹	۹۹/۹۵	۹۹/۹۰	۹۹/۹۱	۹۹/۸۹	۹۹/۹۹	۹۹/۹۵

جدول ۴- تعداد و درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام وپساب خروجی از پایلوت در فصل پاییز در تصفیه خانه شوش در تهران در سال ۱۳۷۸

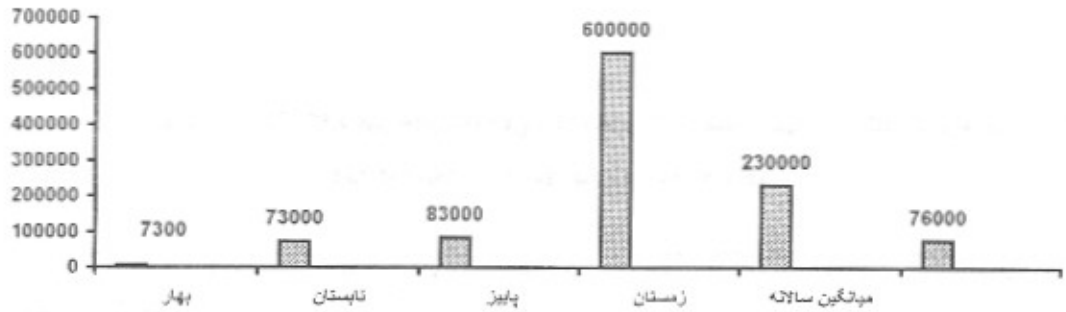
تاریخ / نوع پساب	۷۸/۷/۵	۷۸/۷/۱۹	۷۸/۸/۳	۷۸/۸/۱۷	۷۸/۹/۱	۷۸/۹/۱۵	۷۸/۹/۲۹	میزان
فاضلاب خام	$۴/۵ \times ۱۰^{۷}$	$۱/۲ \times ۱۰^{۷}$	$۷/۲ \times ۱۰^{۷}$	۹×۱۰^{۷}	$۸/۱ \times ۱۰^{۶}$	$۵/۵ \times ۱۰^{۶}$	$۱/۱ \times ۱۰^{۷}$	$۳/۴۸ \times ۱۰^{۷} \pm ۱/۴ \times ۱۰^{۶}$
پساب خروجی از پایلوت	$۵/۴ \times ۱۰^{۴}$	۳×۱۰^{۴}	$۶/۴ \times ۱۰^{۴}$	$۴/۵ \times ۱۰^{۴}$	$۸/۳ \times ۱۰^{۴}$	$۴/۶ \times ۱۰^{۴}$	$۹/۹ \times ۱۰^{۴}$	$۶ \times ۱۰^{۴} \pm ۳/۲ \times ۱۰^{۳}$
درصد زدایش	۹۹/۸۸	۹۹/۷۵	۹۹/۹۱	۹۹/۹۵	۹۹/۹۷	۹۹/۱۵	۹۹/۱۰	۹۹/۸۲

جدول ۵- تعداد و درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام وپساب خروجی از پایلوت در فصل زمستان در تصفیه خانه شوش در تهران در سال ۱۳۷۸

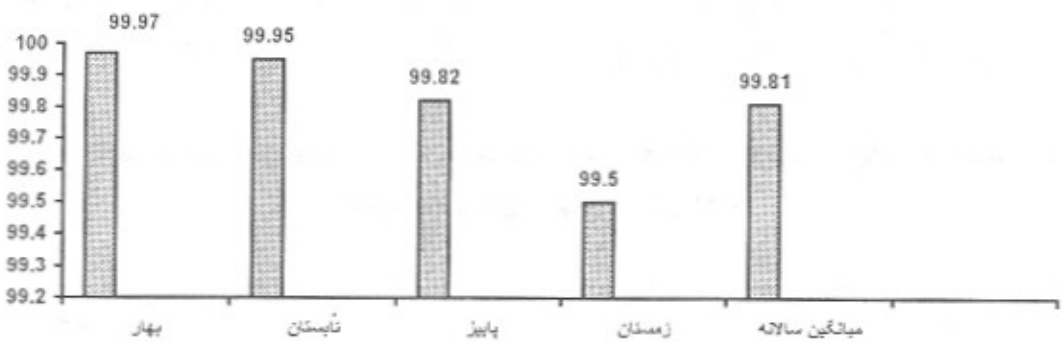
تاریخ / نوع پساب	۷۸/۱۰/۱۳	۷۸/۱۰/۲۷	۷۸/۱۱/۱۱	۷۸/۱۱/۱۸	۷۸/۱۱/۲	۷۸/۱۲/۱۶	میزان
فاضلاب خام	$۷/۵ \times ۱۰^{۶}$	$۹/۵ \times ۱۰^{۶}$	$۶/۲ \times ۱۰^{۷}$	$۲/۵ \times ۱۰^{۷}$	$۸/۲ \times ۱۰^{۷}$	۹×۱۰^{۷}	$۴/۶ \times ۱۰^{۷} \pm ۲/۱ \times ۱۰^{۶}$
پساب خروجی از پایلوت	$۷/۸ \times ۱۰^{۴}$	$۸/۵ \times ۱۰^{۴}$	$۹/۳ \times ۱۰^{۴}$	$۱/۲ \times ۱۰^{۵}$	$۹/۹ \times ۱۰^{۵}$	$۱/۸ \times ۱۰^{۶}$	$۲/۳ \times ۱۰^{۵} \pm ۴/۴ \times ۱۰^{۳}$
درصد زدایش	۹۹/۹۵	۹۹/۱۰	۹۹/۸۵	۹۹/۵۲	۹۹/۸۹	۹۹/۹۸	۹۹/۵۰



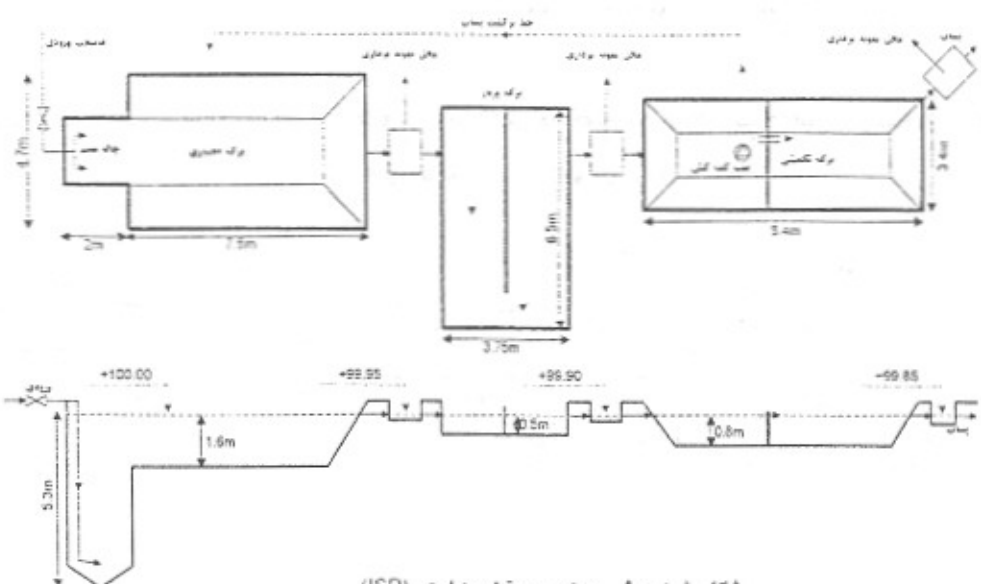
نمودار ۱- تغییرات تعداد کلی فرم های مدفوعی در فاضلاب خام ورودی به سیستم در فصول مختلف در تصفیه خانه شهرک شوش تهران طی سال ۱۳۷۸



نمودار ۲- تغییرات تعداد کلی فرم های مدفوعی در پساب خروجی از سیستم در فصول مختلف در تصفیه خانه شهرک شوش تهران طی سال ۱۳۷۸



نمودار ۳- درصد حذف کلی فرم های مدفوعی در سیستم ISP در فصول مختلف در تصفیه خانه شهرک شوش تهران طی سال ۱۳۷۸



شکل شماره ۱ : پلان و مقطع پایلوت (ISP)

بحث

نتایج تحقیق نشان داد که در هر یک از فوصل تعدادکلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام ورودی به سیستم بالا بوده که از نظر شدت آلودگی چنین فاضلاب را در گروه فاضلاب های قوی قرار می دهند (۱،۸). علت اصلی افزایش تعداد کلی فرم های مدفوعی درفاضلاب خام ، پایین بودن سطح زندگی مردم از نظر فرهنگی ، بهداشتی ، اقتصادی و اجتماعی در این شهرک می باشد که پایین بودن مصرف سرانه آب را نیز به همراه داشته است. علاوه بر این ، در فصل زمستان به دلیل سردی هوا و کاهش مصارف آب ، شدت آلودگی فاضلاب نیز از نظر تعداد کلی فرم های مدفوعی با افزایش همراه بوده است (۸،۱۰).

اندازه گیری دمای هوا و فاضلاب در طول چهار فصل تحقیق نشان می دهد که دمای فاضلاب در فصول گرم سال (بهار و تابستان) پایین تر از دمای هوا و در فصول سرد سال (پاییز و زمستان) بیشتر از دمای هوا است که علت آن استفاده از آب گرم در منازل و وجود فعالیت های بیولوژیک در فاضلاب است. حداکثر دمای فاضلاب درتابستان به میزان ۲۵ وحداقل آن در فصل زمستان به میزان ۱۶/۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شده است. در مجموع میانگین دمای فاضلاب در طول ۲/٤ درجه سانتی گراد از میانگین درجه حرارت هوا بالاتر بوده است (۱،۳،٤،۵).

مقایسه کیفیت میکروبی پساب خروجی از سیستم ISP در طول چهار فصل نشان می دهد که کمترین تعداد کلی فرم های مدفوعی در فصل بهار و به تعداد ۷۳۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر و بیشترین تعداد در فصل زمستان و به تعداد ۲۳۰۰۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر وجود داشته که مقایسه کیفیت میکروبی پساب درفصل بهار و تابستان نیز مؤید این است که در فصل تابستان نیز کیفیت میکروب پساب (۸۳۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر) نسبت به فصل بهار تنزل داشته است که علت اصلی بهتر بودن کیفیت پساب در فصل بهار (۹۹/۹۷ درصد) علیرغم پایین بودن درجه حرارت فاضلاب نسبت به فصل تابستان، تغذیه فاضلاب خام به صورت جریان رو به بالا از کف چاله تخمیر می باشد که می تواند نقش مهمی در نابودی و به دام انداختن عوامل بیماری زا دارا باشد. از طرف دیگر، در فصل تابستان نیز به دلیل بالا بودن دمای هوا درصد زدایش کلی فرم های مدفوعی (۹۹/۹۵ درصد) بیش از فصل پاییز (۹۹/۸۲ درصد) و زمستان (۹۹/۵ درصد) به وقوع پیوسته است. مطالعات مختلف در نقاط مختلف جهان نشان داده که افزایش درجه حرارت تاثیر مستقیم بر روی مرگ و میز کلی فرم ها در برکه های تثبیت دارا می باشد. حداقل بودن میزان زدایش کلی فرم های مدفوعی درفصل زمستان را می توان به سرد بودن هوا وکاهش دمای فاضلاب دربرکه ها نسبت داد (۳،٤،۵،۸،۱۰).

بررسی کارآیی سیستم ISP در طول مدت تحقیق نشان داد که در تمام فصول سال میزان زدایش کلی فرم های مدفوعی بالای ۹۹/۵ درصد بوده که مؤید مؤثر بودن سیستم درنابودی عوامل بیماری زا می باشد لیکن علیرغم بالا بودن میزان زدایش کلی فرم ها درسیستم ، از جهت انطباق آن با شاخص انگلبرگ که از سوی سازمان بهداشت جهانی در رابطه با استفاده مجدد از پساب برای آبیاری محدود ارایه شده ، با مشکل مواجه می باشد. بر اساس شاخص انگلبرگ در صورتی می توان از پساب فاضلاب برای آبیاری نامحدود زمین های کشاورزی استفاده نمود که تعداد کلی فرم های مدفوعی

مساوی یا کمتر از ۱۰۰۰ عـــدد در ۱۰۰ میلـی لیـتر پساب باشـــد. از طـرف دیگـر، اسـتفاده از پســاب خروجی از این سیستم برای آبیاری محدود در زمین هـای کشـاورزی بـا مشـکلی مواجـــه نخواهـــد بود(۲،٤،٥،۷).

بنابراین ، می توان نتیجه گیری نمود که در شـــرایط آب و هوایی تهران زمان ماند ۲۰ روز در برکـه هـا برای تصفیه فاضلاب کافی نبوده و به منظور بـــهبود کیفیت میکروبی پســـاب و انطبـاق آن بـا شـاخص انگلبرگ در خصوص آبیاری نامحدود بایستی زمـان ماند درسیستم **ISP** را به بیـش از ۲۰ روز افزایـش داد کـه لـزوم تحقیقـات بیشـتر در ایـن زمینـه را می طلبد.

References:

1- Tchobanoglous G. Wastewater engineering : treatment, disposal and reuse.New York: McGraw-Hill. 1991: 641-654.
2- Crites R. Tchobanoglous G. Small and Decentralize wastewater System. New York: McGraw-Hill; 1998: 528-555.
3- Waste Stabilization Pond. 2nd IAWQ. California International Specialist confernce:. 1993: 22-113.
4- Gabriel B. Wastewater Microbiology.St Louis: John wiley and Sons Publicaion; 1999: 98-112.
5- Mara F. Pearson M. Design manual for waste stabilization ponds. Leeds: European Investment Bank; 1998:121-145.
6- WHO experts Committee. Waste stabilization pond WHO Tech Ser. 1987; 10: 9-64.
7- Odegaard H. Design and operation of small wastewater treatment plant. 3rd lawq. London: International Specialist conference (Abstract); 1994: 161-182.
8- Arceivala S. Wastewater for pollution control. New Dehli: McGraw-Hill; 1991: 151-182.
9- APHA, WPCF and AWW Standard method for the examination of water and wastewater 19th ed. Washington: Apha publication; 1995: 108-133.
10-Sherwood C. Natural system for wastewater treatment. Alexandria: WHO perss; 1995: 94-125.