مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۱ تا ۱۴

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی کارایی سپتیک تانک اصلاحی بر مبنای با جریان رو به بالا در تصفیه فاضلاب سنتتیک

محسن انصاری[۱،۲]، مهدی فرزادکیا[۳،۴*]

۱- مرکز تحقیقات علوم و فناوری‌های محیط زیست، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۵
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۷
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی: فاضلاب شهری، تصفیه فاضلاب، سپتیک تانک، رژیم هیدرولیکی، جریان رو به بالا

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
farzadkia.m@iums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به سالانه حدود ۹۰۰۰۰۰ هزار مرگ ناشی از بیماری‌های اسهالی به‌دلیل آلودگی آب در جهان، سازمان بهداشت جهانی تاکید نموده تا کشورها با ارتقا سیستم‌های تصفیه فاضلاب این نرخ را کاهش دهند. لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی کارایی سپتیک تانک اصلاحی بر مبنای با جریان رو به بالا در تصفیه فاضلاب سنتتیک است.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی یک راکتور سپتیک تانک متعارف و یک راکتور سپتیک تانک اصلاحی بر مبنای با جریان رو به بالا طراحی، ساخته و بهره‌برداری شدند. جهت راه‌اندازی این سیستم‌ها، از فاضلاب خام شهری و جهت بهره‌برداری از آنها، از فاضلاب سنتتیک استفاده شد. شاخص‌های عمده کارایی سپتیک تانک‌ها شامل: میزان جامدات فرار (VS)، جامدات معلق فرار (VSS)، کل جامدات معلق (TSS) و میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) با ۳ بار تکرار در هر دو راکتور مطالعه و در زمان‌های ماند هیدرولیکی (HRT) ۲۴، ۴۸، و ۷۲ h مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج مطالعه در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین حذف TSS، VS، VSS و COD به‌ترتیب برای راکتور متعارف برابر است با ۵۵/۰۷، ۲۷/۳۶، ۳۰/۸۲ و ۵۵/۵۲ درصد در ۲۴ h و برای راکتور اصلاح شده با جریان رو به بالا در HRT، ۲۴ h به‌ترتیب برابر ۶۶/۵۷، ۳۴/۰۵، ۳۸/۴۷ و ۶۵/۵۷ درصد بود.

نتیجه‌گیری: با تغییر جریان هیدرولیکی به‌صورت رو به بالا و ایجاد شکل استوانه‌ای در سپتیک تانک‌های متداول، کارایی سپتیک تانک متعارف در تصفیه فاضلاب شهری ارتقا یافته و بار آلودگی پساب کاهش می‌یابد.

Please cite this article as: Ansari M, Farzadkia M. Performance evaluation of modified up flow septic tanks reactor for treatment of synthetic wastewater. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(1):1-14.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

مقدمه

عدم تصفیه کارآمد فاضلاب و فضولات انسانی باعث گسترش انواع بیماری‌ها و عامل بروز پدیده خطرناک مقاومت آنتی میکروبی می‌گردد (۱). از طرفی دیگر، در پاسخ به رشد جمعیت و شهرنشینی، افزایش کمبود آب و اثرات تغییرات آب و هوا، تقاضا برای استفاده مجدد از فاضلاب به عنوان یک منبع قابل اطمینان برای آب و مواد مغذی برای کشاورزی در حال رشد است (۲). این درحالی است که معمولا درصد قابل توجهی از فاضلاب تولیدی خانگی و صنعتی از بیشتر مناطق جهان، خصوصا در کشورهای در حال توسعه، بدون تصفیه به محیط تخلیه می‌شوند که بالطبع اثرات زیانباری بر بهداشت عمومی و محیط زیست به دنبال خواهد داشت (۳). سازمان بهداشت جهانی در گزارشی اعلام داشته که سالانه فقط در حدود ۹۰۰ هزار مرگ به دلیل ابتلا به بیماری اسهال که ناشی از آلودگی آب و نشت فاضلاب‌های تصفیه شده به منابع آبی است، در سراسر جهان به ثبت می‌رسد (۴). این وضعیت در کشورهای در حال توسعه که عمدتا دارای سرانه پایین درآمدی میان سایر کشورهای جهان هستند، بسیار پر اهمیت‌تر بنظر می‌رسد (۵). اخیرا برنامه زیست محیطی سازمان ملل متحد اعلام داشته است که به دلیل آنکه بیشتر تکنولوژی‌های مورد استفاده متداول تصفیه فاضلاب در کشورهای توسعه یافته هزینه بر و پیچیده هستند، کشورهای در حال توسعه بایستی جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار، از سیستم‌های تصفیه فاضلاب ساده و قابل دستیابی و کارآمدی همچون سیستم‌های تصفیه فاضلاب در محل (On-site treatment) استفاده نمایند (۶، ۷). امروزه سپتیک تانک یکی از پرکاربردترین سیستم‌های تصفیه در محل است و در مناطقی که بعضا به شبکه عمومی جمع آوری فاضلاب دسترسی ندارند از جمله مناطق روستایی و حومه شهرها کاربرد زیاد دارد. مهمترین نقص این سیستم کارایی نسبتا پایین آن در تصفیه فاضلاب و حجم مورد نیاز بالا به دلیل بالا بودن HRT است که منجر به افزایش هزینه‌ها می‌گردد (۸)، بنابراین برای جلوگیری از انتشار آلودگی به محیط و آلودگی منابع آب و سود بردن از مزایای منحصر به فرد سپتیک تانک، ضروری است تا این سیستم‌ها مورد اصلاح قرار گیرند. تاکنون مطالعات زیادی بر روی شیوه‌های اصلاحی سپتیک تانک ها صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره نمود. Sedaghat Kashfi و همکار (۲۰۱۵) در مطالعه خویش با اضافه نمودن مدیای رشد چسبیده به میزان ۵۰ درصد حجم یک سپتیک تانک بافل‌دار، با ایجاد شرایط رشد چسبیده همراه با شرایط بی هوازی در راکتور، به درصد بهبود کارایی قابل توجهی از سپتیک تانک با ایجاد رشد چسبیده در آن نسبت به سپتیک تانک بافل‌دار دست یافتند (۹). در مطالعه دیگر، Haydar و همکاران (۲۰۱۸) یک سپتیک تانک اصلاح شده را در ۲ حالت بهره برداری شامل (۱) بر پایه استفاده از بافل و (۲) نصب صفحات سوراخ شده بین بافل‌ها جهت تصفیه فاضلاب خانگی ارائه دادند که با استانداردهای خروجی سازمان حفاظت محیط زیست مطابقت داشت (۱۰). همچنین، در مطالعه‌ای دیگر Al-Zreiqat و همکاران (۲۰۱۸)، با اصلاح یک سپتیک تانک متداول بوسیله وارد نمودن مدیای رشد چسبیده به قسمت ابتدایی سپتیک تانک نشان دادند که این اصلاح سیستم باعث افزایش حذف نیتروژن کل می‌گردد (۱۱). همچنین، Abbassi و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند بیشترین حذف کل نیتروژن (۵۹ درصد) در سیستم سپتیک تانک اصلاح شده با رشد چسبیده و سرعت بارگذاری هیدرولیکی کم به‌دست می‌آید (۱۲). در مطالعه‌ای دیگر، Moussavi و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از بارگذاری با جریان رو به بالا، به مقادیر بالایی از حذف شاخص‌های COD و TSS در یک نمونه از فاضلاب شهری دست یافتند و این سیستم ساده را برای استفاده در مناطق روستایی و جوامع کوچک، به عنوان یک سیستم اصلاحی از سپتیک تانک‌های متداول پیشنهاد دادند (۱۳). با توجه به مطالعات برشمرده فوق، می‌توان دریافت که مطالعات در حوزه اصلاح سپتیک

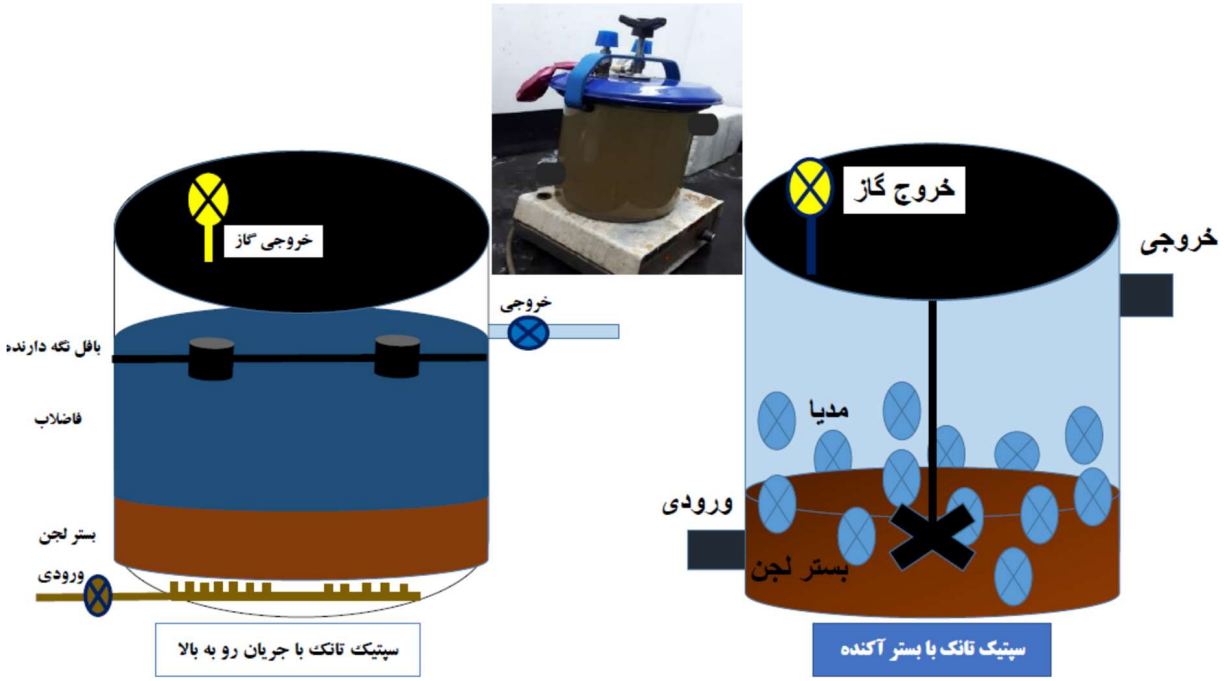
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

تانک‌های متداول، بیشتر بر پایه کاربرد مدیای رشد چسبیده و یا بافل‌ها بوده و مطالعه بر روی تغییرات رژیم هیدرولیکی جریان در سپتیک تانک‌های متداول، هنوز به عنوان یک خلاء پژوهشی محسوب می‌گردد. این موضوع لزوم مطالعه بر روی تاثیر اصلاح جریان هیدرولیکی بر کارایی سیستم‌های سپتیک تانک را بیش از پیش نمایان می‌سازد. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی کارایی سپتیک تانک اصلاحی بر مبنای با جریان رو به بالا در تصفیه فاضلاب سنتتیک است.

مواد و روش‌ها

- طراحی و ساخت راکتورهای مطالعه

در این مطالعه ۲ راکتور سپتیک تانک مجزا (متداول و اصلاح شده با جریان رو به بالا) جهت مقایسه کارایی عملکردشان در حذف شاخص‌های اصلی فاضلاب شهری در مقیاس آزمایشگاهی (Bench Scale) مورد طراحی و ساخت قرار گرفتند. راکتور اصلاح شده (Modified) مورد استفاده در این مطالعه از جنس شیشه پیرکس و به صورت استوانه با ۲ شیر ورودی و خروجی و سوپاپ خروج گاز ساخته شد. در مقابل، راکتور سپتیک تانک متداول (Conventional)، به عنوان راکتور شاهد، از جنس پلکسی با ضخامت ۴ mm به‌صورت مستطیل با ۲ شیر ورودی و خروجی و سوپاپ خروجی گاز ساخته شد. حجم هر دو راکتور متداول و اصلاح شده در حدود ۱/۵ L بود. شماتیک هر دو راکتور مورد استفاده در این مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، در هر دو راکتور یک بافل برای جلوگیری از فرار لجن تعبیه شده است.



شکل ۱- شماتیک و تصویر راکتورهای مورد مطالعه، سپتیک تانک متداول، سپتیک تانک اصلاح شده با جریان رو به بالا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

- راه اندازی راکتور

در ابتدا به منظور عیب یابی و تثبیت شرایط هیدرولیکی راکتورها به مدت ۳ روز با آب مقطر راه اندازی گردیدند. در مرحله بعدی راکتورهای مورد مطالعه با استفاده از فاضلاب خام شهری تصفیه خانه جنوب تهران مورد راه اندازی قرار گرفتند. فاضلاب این مطالعه از قسمت قبل از تانک ته نشینی اولیه و بعد از تانک دانه گیر برداشت شد. ویژگی‌های اولیه این فاضلاب بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه دانشکده بهداشت مورد اندازه گیری قرار گرفت. هدف از راه اندازی راکتور، افزایش میزان جامدات در کف راکتور و رسیدن به شرایط مشابه از تشکیل لجن در سیستم‌های سپتیک تانک بود. به همین منظور، مطابق نتایج مطالعه Abbassi و همکاران (۲۰۱۸)، زمان ماند هیدرولیکی (HRT) لازم برای مرحله راه اندازی راکتور سپتیک تانک اصلاح شده و متداول، برابر با ۲۴ h و در طی مدت زمان ۸۱ روز در نظر گرفته شد (۱۲). در طی ۸۱ روز مرحله راه اندازی، تعداد ۱۹ نمونه از فاضلاب ورودی به راکتورها و نیز فاضلاب خروجی از آنها برداشت شد.

- ساخت فاضلاب سنتتیک

فاضلاب سنتتیکی جهت شبیه سازی فاضلاب خانگی آماده سازی شد. این فاضلاب سنتتیک همانند مطالعه Anil و همکار (۲۰۱۶) (۱۴)، حاوی مقادیر مشخصی از آب مقطر، عصاره گوشت، آمونیوم کربنات، اوره، سدیم کلراید، کلسیم کلراید، دی پتاسیم هیدروژن فسفات، سولفات منیزیم و مقداری خاک بود. این مواد در مقادیر معین به حجم رسیده و جهت تامین جمعیت باکتریایی نیز از بذردهی توسط فضولات حیوانی و لجن اولیه تصفیه خانه فاضلاب شهری استفاده شد. فاضلاب مصنوعی این مطالعه از غلظت‌های مواد زیر تشکیل شده بود: عصاره گوشت ۱۵۰ mg/L، اوره ۱۵۰ mg/L، آمونیوم کربنات ۵۰ mg/L، سدیم کلراید ۳۵ mg/L، کلسیم کلراید ۲۰ mg/L، دی پتاسیم هیدروژن فسفات ۲۰ mg/L، سولفات منیزیم ۱۰ mg/L.

- بهره برداری از راکتور

پس از تشکیل بستر لجن در کف هر کدام از راکتورها، فاضلاب سنتتیک به تدریج در راکتورها تزریق شد. سپس با در نظر گرفتن شرایط محیطی یکسان برای هر ۲ راکتور، در سه HRT ۲۴، ۴۸ و ۷۲ h هر دو سیستم متداول و اصلاح شده مورد بهره برداری قرار گرفتند.

- نمونه برداری و آنالیز فاکتورها

بعد از اتمام هر HRT (۲۴، ۴۸، ۷۲ h)، به منظور بررسی درصد حذف پارامترهای عملکردی، به روش نمونه گیری تصادفی ساده از پساب خروجی، نمونه برداری شد. ۴ پارامتر جامدات فرار (VS)، جامدات معلق فرار (VSS)، کل جامدات معلق (TSS) و میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) در سه HRT فوق مورد نمونه برداری قرار گرفتند. حجم نمونه نیز براساس مقادیر مورد نیاز جهت انجام آنالیز تعیین باقیمانده TSS، VS، VSS و COD تعیین شد. همچنین این پارامترها مطابق با دستورالعمل استاندارد متد ۲۰۰۹ با ۳ بار تکرار مورد آنالیز قرار گرفتند.

- آنالیز آماری

بعد از ثبت داده‌ها، نتایج حاصل از کارایی حذف TSS، VS، VSS و COD پساب خروجی از راکتور سپتیک تانک اصلاح شده و راکتور سپتیک تانک متداول با استفاده از آزمون آماری ANOVA در نرم افزارآماری SPSS24 مورد مقایسه قرار گرفت و از نرم افزار Excel به منظور ترسیم نمودارها استفاده گردید.

یافته‌ها

- عملکرد راکتورها در دوره راه اندازی

جدول ۱ میانگین تغییرات شاخص‌های عملکردی در دوره راه اندازی در راکتورهای مورد مطالعه را نشان داده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول ۱- میانگین تغییرات شاخص‌های عملکردی در دوره راه اندازی راکتورها

پارامتر / متغیرهای فرایندی	COD	TSS	VSS
تعداد نمونه	۱۹	۱۹	۱۹
دامنه تغییرات ورودی (mg/L)	۱۷۸-۴۲۰	۱۸۲-۴۸۹	۱۰۸-۶۲۱
میانگین غلظت ورودی (mg/L)	۲۹۹	۴۸۵/۵	۳۳۵/۳۶
میانگین راندمان حذف در راکتور متداول (درصد)	۵۹/۹۵	۵۵/۰۷	۳۰/۸۲
انحراف معیار راندمان حذف	۲/۷۳	۳/۰۷	۳/۴۲
متوسط راندمان حذف در راکتور اصلاح شده (درصد)	۶۵/۵۷	۶۶/۵۷	۳۸/۴۷
انحراف معیار راندمان حذف	۲/۷۳	۳/۰۷	۳/۴۲

- عملکرد راکتورها در دوره بهره برداری

- بهره برداری از راکتورها در HRT، h ۷۲

نمودار ۱، راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول در HRT، h ۷۲ را نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، میانگین حذف TSS، VS، VSS و COD به‌ترتیب برای راکتور متداول برابر است با ۶۱/۶۳، ۴۸/۳۲، ۵۲/۲۵ و ۶۰/۰۵ درصد، و برای سپتیک تانک اصلاح شده با جریان رو به بالا برابر بود با ۷۹/۴۷، ۶۸/۲۱، ۶۵ و ۸۰/۱۶ درصد.

- بهره برداری از راکتورها در HRT، h ۴۸

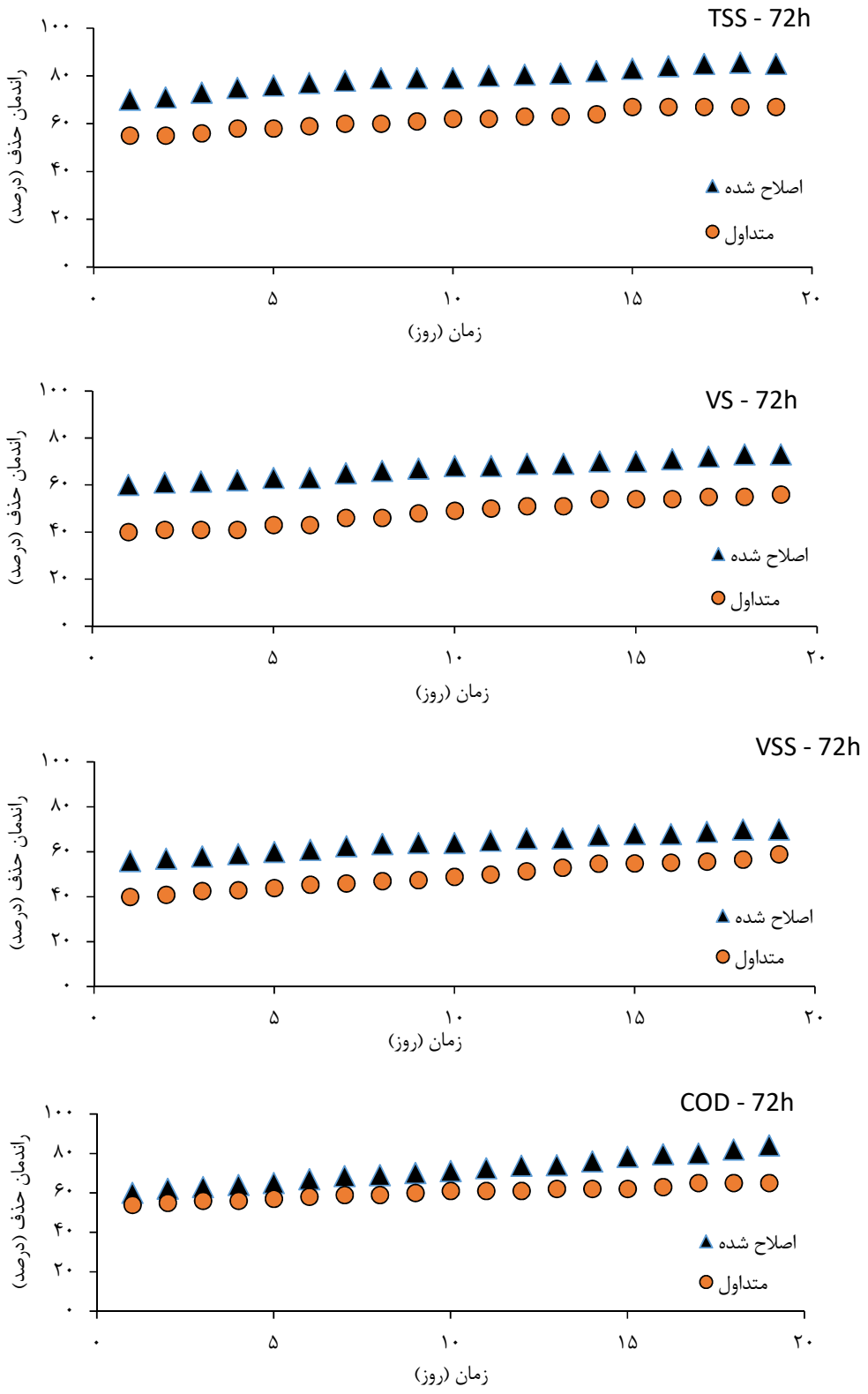
نمودار ۲ راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول در HRT، h ۷۲ را نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار ۲ نشان داده شده است، میانگین حذف TSS، VS، VSS و COD به‌ترتیب برای راکتور متداول برابر است با ۶۷/۲۴، ۴۶/۶۵، ۴۹/۲۰ و ۵۰/۴۲ درصد و برای سپتیک تانک اصلاح شده با جریان رو به بالا برابر بود با ۷۶/۸۹، ۵۹/۳۲، ۵۹/۷۹ و ۷۲/۴۳ درصد.

- بهره برداری از راکتورها در HRT، h ۲۴

نمودار ۳، راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول در HRT، h ۲۴ را نشان می‌دهد. همان‌طورکه در نمودار ۳ نشان داده شده است، میانگین حذف TSS، VS، VSS و COD به‌ترتیب برای راکتور متداول برابراست با ۵۵/۰۷، ۲۷/۳۶، ۳۰/۸۲ و ۵۵/۵۲ درصد، و برای سپتیک تانک اصلاح شده با جریان رو به بالا به‌ترتیب برابر بود با ۶۶/۵۷، ۳۴/۰۵، ۳۸/۴۷ و ۶۵/۵۷ درصد.

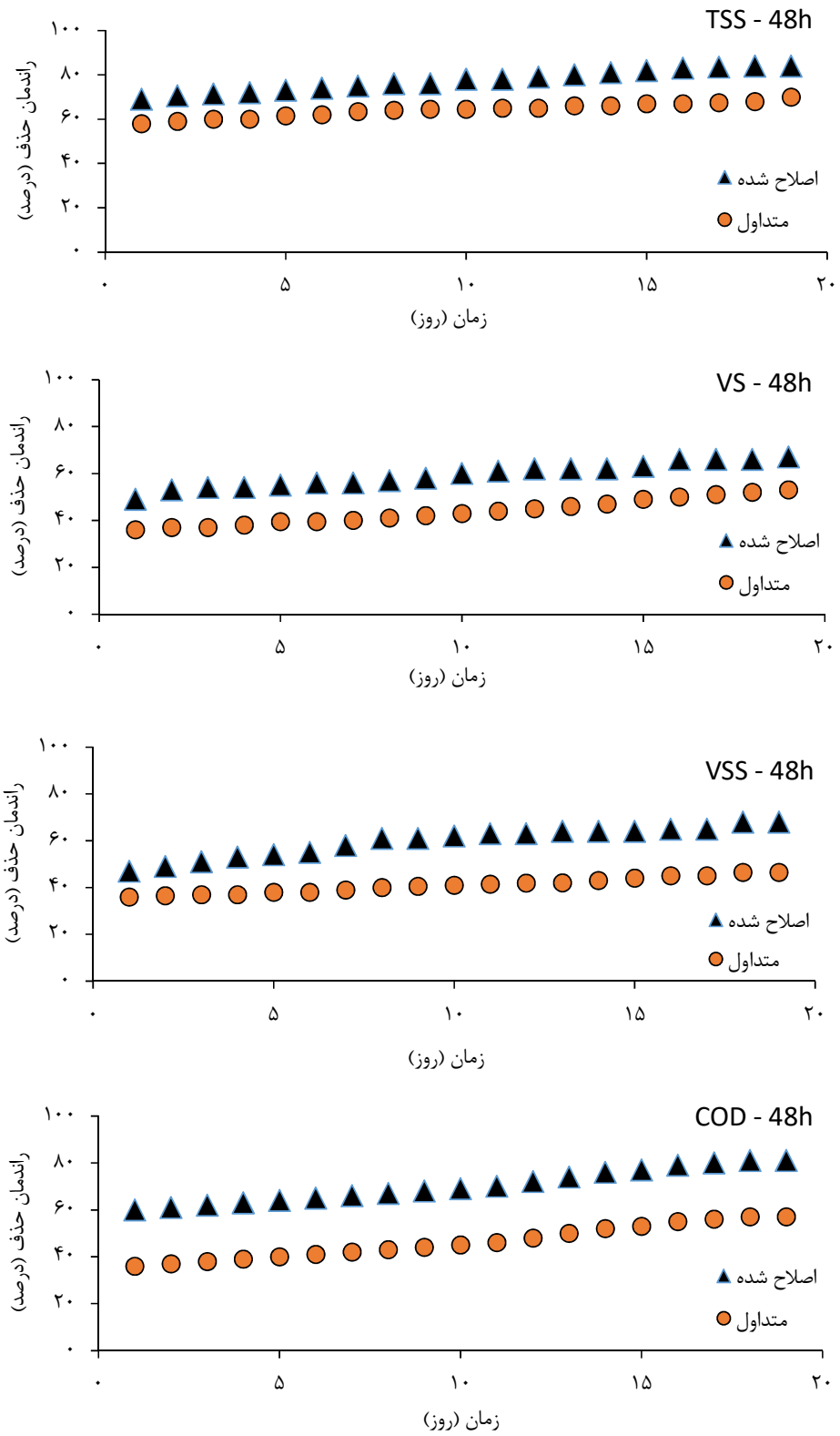
مقایسه راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک اصلاح شده و متداول در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۲۴، ۴۸ و h ۷۲ در نمودار ۴ نشان داده شده است. همانطور که در نمودار ۳ دیده می‌شود، اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) بین میانگین حذف پارامترهای ۴گانه در راکتورهای این مطالعه وجود دارد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



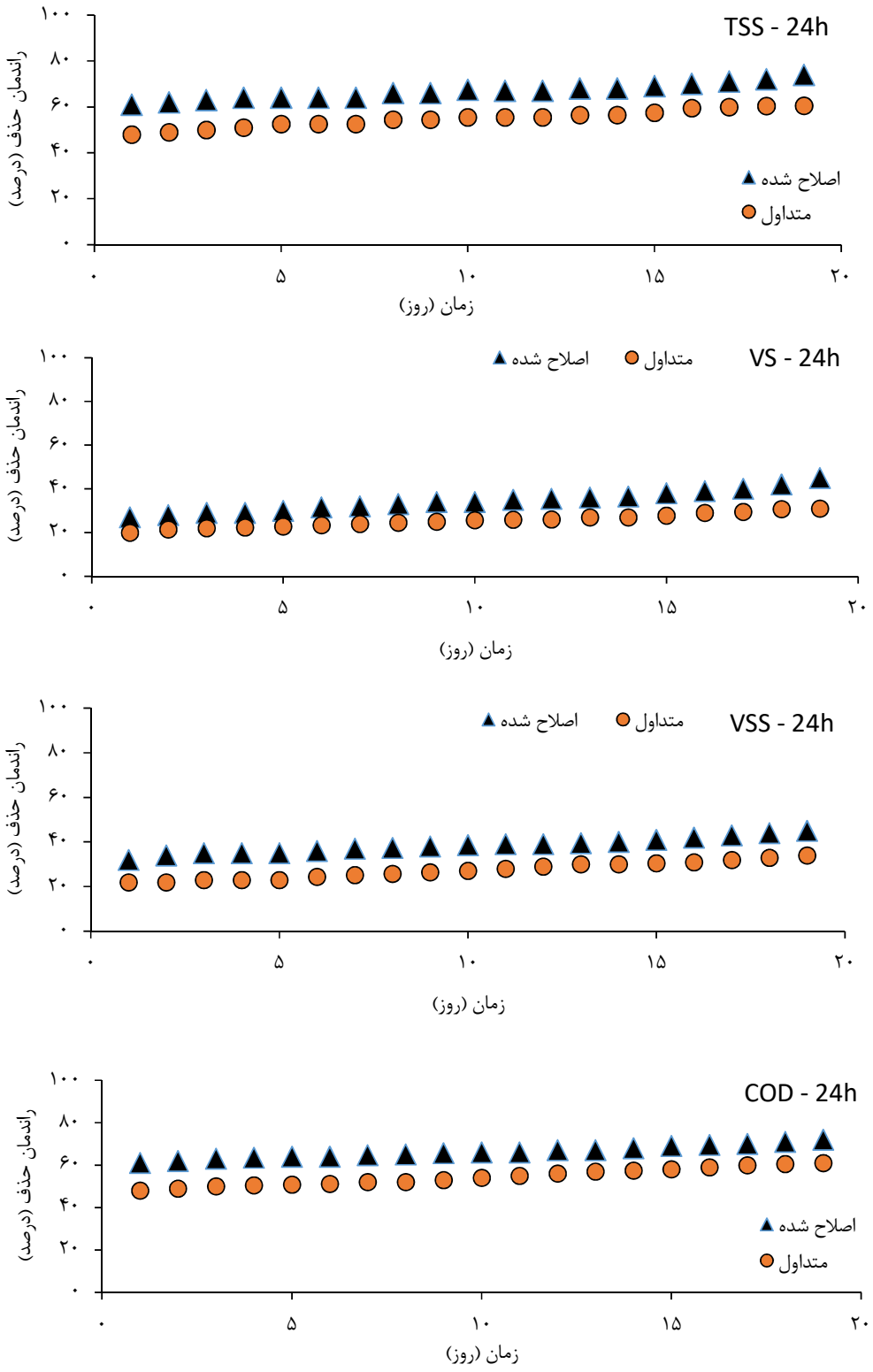
نمودار ۱- راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول HRT، ۷۲ h

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



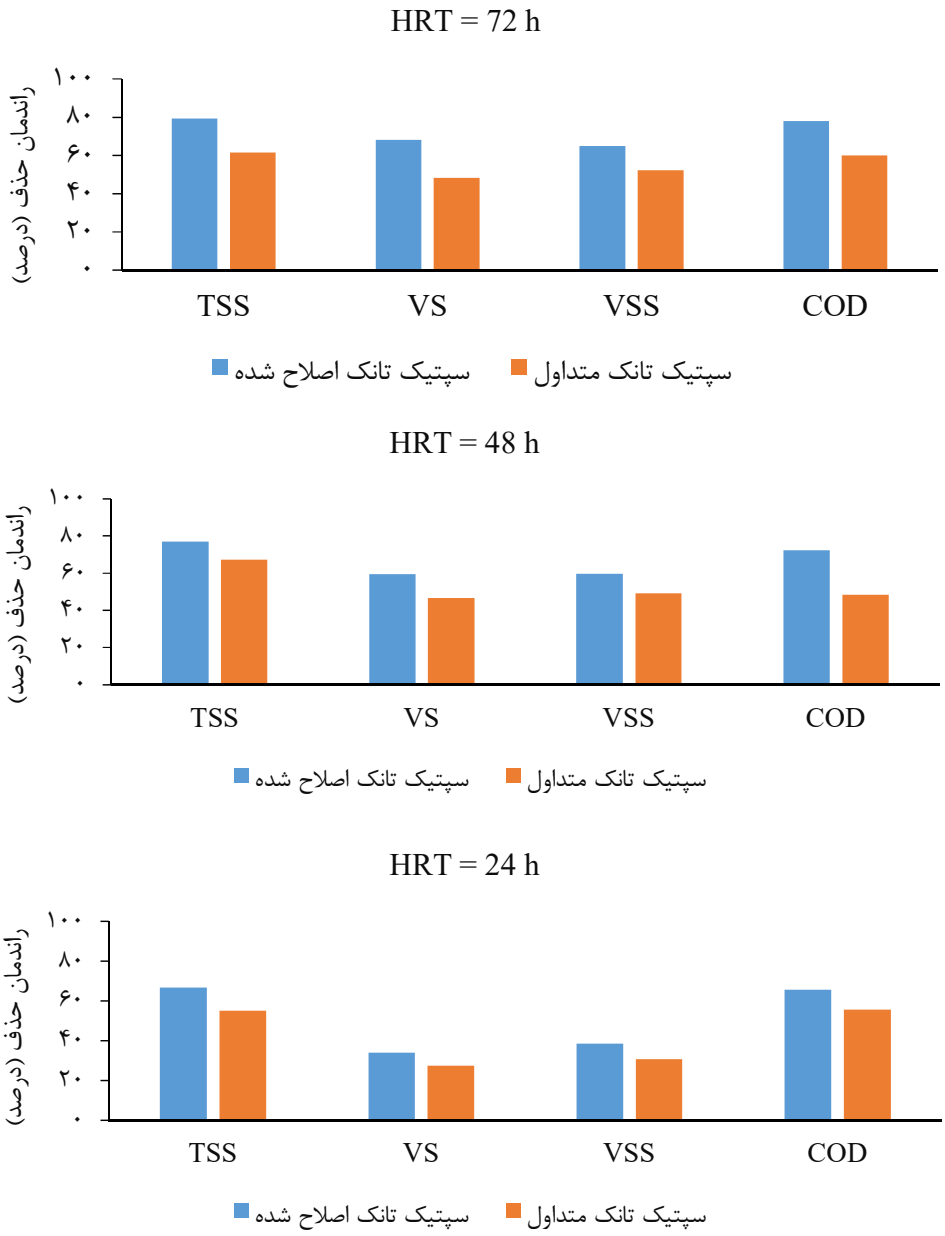
نمودار ۲- راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول HRT، ۴۸ h

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



نمودار ۳- راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک جریان رو به بالا و متداول HRT، ۲۴ h

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



نمودار ۴- مقایسه راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در سپتیک تانک اصلاح شده و متداول در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ h

بحث

مشخصات فاضلاب خام شهری مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به دامنه تغییرات ورودی (mg/L) می‌توان دریافت که فاضلاب خام شهری مورد استفاده در این مطالعه با میزان متغیر TSS در محدوده mg/L ۱۸۲-۴۸۹ و COD در محدوده mg/L ۱۷۸-۴۲۰، از لحاظ میزان شدت آلودگی براساس دسته بندی که Ujang و همکار (۲۰۰۶) پیشنهاد داده بودند، در حد متوسط قرار

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

داشت (۱۵). این مطالعه نشان داد که بیشترین (۷۹/۴۷ درصد) و کمترین (۶۶/۵۷ درصد) میزان حذف TSS در راکتور اصلاح شده با جریان رو به بالا و در HRT ۷۲ و ۲۴ h به ثبت رسیده است. این در حالی است که میزان کاهش TSS در HRT، ۴۸ h برابر بود با ۷۶/۸۹ درصد که می‌توان مشاهده نمود که افزایش ۲۴ ساعتی HRT از ۴۸ ساعت به ۷۲ h، تنها توانست حدود ۳/۴ درصد به راندمان حذف TSS بیافزاید. در نتیجه با توجه به محدودیت‌های فضایی درخصوص ابعاد سیستم‌های سپتیک تانک و لزوم دستیابی به شرایط بهینه و پایدار برای آن خصوصا در جوامع درحال توسعه، پیشنهاد می‌شود که HRT، ۴۸ h به عنوان HRT بهینه برای این نوع سیستم‌ها انتخاب گردد تا کیفیت پساب خروجی از آن برای کاهش خطرات بالقوه تهدیدکننده سلامت عمومی، کافی باشد. چرا که پساب فاضلاب خروجی از سیستم‌های تصفیه در محل و انتشار آن به منابع آبی، یکی از بزرگ‌ترین کانون‌های ابتلا کودکان به بیماری اسهال است. به‌طوری‌که نتایج مطالعه Thiam و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که جغرافیای شیوع اسهال در کودکان زیر ۵ سال، بیشتر (۴۴/۸ درصد) در مناطق حاشیه شهر مشاهده شد که عمدتا منازلی با سیستم‌های ساده تصفیه در محل، همچون سپتیک تانک، بودند. نتایج کارایی سیستم اصلاح شده مطالعه حاضر در زمان‌های ماند هیدرولیکی مختلف نشان داد که تفاوت چشمگیری میان راندمان حذف آلاینده‌ها در دو زمان ماند ۷۲ و ۴۸ h دیده نمی‌شود. از این نظر، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه Santiago-Díaz و همکاران (۲۰۱۸) همسو بود، چرا که، Santiago-Díaz و همکاران نیز نشان دادند که کاهش HRT از ۷۲ به ۴۸ h در سیستم سپتیک تانک، تاثیر مهمی (۸ درصد تفاوت راندمان) بر راندمان حذف TSS و COD نداشته، پس بنابراین میزان بهینه HRT را در سیستم‌های مبتنی بر تصفیه بی‌هوازی همچون سپتیک تانک، به میزان ۴۸ h پیشنهاد داده‌اند (۱۶). اما در مطالعه‌ای دیگر، Abbassi و همکاران (۲۰۱۸) زمان ماندی حدود ۷۶/۸ h را برای سیستم سپتیک تانک اصلاح شده بر پایه رشد چسبیده، پیشنهاد داده بودند. آنها با در نظر گرفتند ۳ HRT ۱۰۳، ۷۶/۸ و ۶۲/۴ h و ارزیابی هر ۳ HRT در راکتور سپتیک تانک اصلاح شده بر پایه رشد چسبیده، دریافتند که بهترین HRT برای این سیستم ۷۶/۸ h است، چرا که در این زمان ماند، بیشترین راندمان (۷۸ درصد) حذف TSS به‌دست آمده است (۱۲). از منظر راندمان حذف TSS، در مطالعه Adhikari و همکار با تغییر رژیم هیدورلیکی جریان خروجی از سپتیک تانک متداول و تزریق آن به یک راکتور بی‌هوازی با جریان رو به بالا (UASB) با تامین HRT، ۲۴ h در سپتیک تانک و HRT، ۱۲ h در راکتور UASB، راندمان حذف TSS به حدود ۸۳ درصد ارتقا یافت (۱۷). این مقادیر از مقادیر به‌دست آمده در این مطالعه (۷۹/۴۷ درصد) بیشتر بود. همچنین در مطالعه ای دیگر، Santiago-Díaz و همکار (۲۰۱۷) با ترکیب سپتیک تانک متداول با یک راکتور UASB توانستند در مدت HRT، ۴۸ h، میزان TSS فاضلاب شهری شهر مکزیکو را به ۸۲/۹ درصد حذف نمایند (۱۸). با مقایسه مطالعه حاضر با مطالعه Adhikari و همکار (۲۰۱۹) و Santiago-Díaz و همکار (۲۰۱۷) می‌توان دریافت که اگرچه میزان راندمان حذف TSS در این دو مطالعه بیشتر از حداکثر راندمان حذف (۷۹/۴۷ درصد) در مطالعه حاضر بود، ولیکن با توجه به استفاده از یک سیستم بی‌هوازی ثانویه در طول سیستم سپتیک تانک متداول در ۲ مطالعه فوق و افزایش مصرف انرژی و هزینه‌های بهره برداری ناشی از راکتور UASB، نتایج مطالعه حاضر بسیار بهینه‌تر به نظر می‌رسد. اما نکته‌ای که بایستی به آن توجه نمود آن است که لجن تشکیل شده در کف سیستم سپتیک تانک اصلاح شده در این مطالعه نقش عمده‌ای را در کاهش پارامترهای عملکردی سیستم ایفا نموده است. به‌طوری‌که می‌توان گفت که مکانیسم اصلی حذف TSS در این سیستم به دام افتادن آن در بستر لجن یا پتوی لجن شناور در بخش پایینی راکتور

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

است (۱۹). همچنین در مطالعه‌ای دیگر،Santiago-Díaz و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که افزایش حجم لجن در حدود ۴ درصد در کف راکتور بی‌هوازی، تاثیر معنی‌داری را در کاهش TSS و میزان COD فاضلاب شهری دارد (۱۶). ترکیب خروجی سپتیک تانک‌های متداول با سیستم‌های بی‌هوازی و یا هوازی بر پایه رژیم جریان هیدورلیکی رو به بالا از جمله مطالعاتی است که اخیرا توجهات بسیاری را به خود جلب نموده است. به‌طوری‌که مطالعات Arrubla و همکاران (۲۰۱۶) (۲۰)، Adhikari و همکار (۲۰۱۹) (۱۷)، Aliو همکاران (۲۰۰۷) (۲۱) و Daija و همکاران (۲۰۱۶) (۲۲) همگی با استفاده از یک سیستم مجزا بعد از خروجی سپتیک تانک متداول با تزریق جریان از پایان و عبور آن از یک بستر لجن متراکم سعی داشتند تا عملکرد سپتیک تانک را ارتقا ببخشند. این درحالی است که در مطالعات فوق، از سیستم سپتیک تانک متداول به‌عنوان یک سیستم پیش تصفیه استفاده شده بود. اما در مطالعه حاضر، نه تنها سیستم اصلاح شده سپتیک تانک به‌عنوان یک سیستم اصلی تصفیه درنظر گرفته شده، بلکه برخلاف مطالعات قبلی، تغییر رژیم جریان هیدرولیکی در درون سپتیک تانک متداول مورد اصلاح قرار گرفته بود. نتایج مطالعات قبلی نشان دادند که با کاهش HRT، میزان حذف TSS از سیستم‌های ناپیوسته کاهش پیدا می‌کند. به‌طوری‌که Chen و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که با افزایش میزان HRT، درصد کاهش TS نیز افزایش پیدا می‌کند (۲۳). درخصوص حذف COD، سپتیک تانک با جریان رو به بالا و HRT، ۲۴ h اگرچه در مقایسه با میزان حذف در HRT، ۷۲ h دارای کمترین راندمان حذف (۶۵/۵۷ درصد) بود. اما، همین میزان از حذف هم از مقادیر راندمان حذف در ۷۲ h در سیستم‌های متداول (۶۰/۰۵ درصد) بیشتر است. بنابراین نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از سیستم مبتنی بر جریان ورودی رو به بالا، در حذف COD کارایی بیشتری دارد. اما Moussavi و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که سیستم‌های سپتیک تانک با جریان رو به بالا و HRT می‌توانند COD را ۷۷ درصد کاهش دهند. این تفاوت میزان حذف COD در مطالعه حاضر و مطالعه Moussavi و همکاران می‌تواند به این دلیل باشد که در مطالعه حاضر میزان COD ورودی (۴۲۰-۱۷۸ mg/L) به مراتب کمتر از میزان COD مطالعه Moussavi و همکاران (mg/L ۵۸۰-۳۲۰) بود (۱۳). براساس نمودارهای ۱ تا ۳، بیشترین میزان حذف VS و VSS (۶۸/۲۱ و ۶۵ درصد) در دوره بهره برداری ۷۲ ساعته و کمترین میزان آن مربوط به زمان ماند h ۲۴ و به میزان ۳۴/۰۵ و ۳۸/۴۷ درصد بود. Eskicioglu و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مقادیر بالای (بیشتر از ۰/۷) نسبت VSS / TSS نشانگر میانگین سرعت هضم بالا و پایین آمدن این مقدار VSS / TSS نشان دهنده میزان قابلیت هضم کم در سیستم‌های بر پایه تصفیه بی‌هوازی است (۲۴). با توجه به مقادیر نشان داده شده ابتدایی و راندمان حذف VSS و TSS در نمودارهای ۱ تا ۳ و محاسبه نسبت VSS / TSS در این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که سیستم سپتیک تانک اصلاح شده در این مطالعه برای هضم فاضلاب‌هایی با مقادیر بالایی از ترکیبات آلی فرار مناسب است. با مقایسه همچنین راکتور سپتیک تانک اصلاح شده نسبت به سپتیک تانک متداول کارایی بهتری داشت. به‌طوری‌که در نمودار ۴، می‌توان دریافت که کارایی سپتیک تانک اصلاحی در حذف TSS، VS، VSS و COD نسبت به کارایی سپتیک تانک متداول به‌ترتیب ۱۷/۸۴، ۱۹/۸۹، ۱۲/۷۵ و ۱۷/۹۵ درصد در HRT ۷۲ ساعت، ۹/۶۵، ۱۲/۶۷، ۱۰/۵۹ و ۲۴ درصد در HRT ۴۸ ساعت، ۱۱/۵، ۶/۶۹، ۷/۶۵ و ۱۰/۰۵ درصد در HRT ۲۴ ساعت بیشتر بود.

با مقایسه نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر و نتایج مطالعات گذشته می‌توان دریافت که عدم اجرای مطالعه حاضر در بکارگیری فاضلاب بهداشتی و یا شهری می‌تواند به عنوان عمده‌ترین کاستی این مطالعه شناخته شود. همچنین، محدودیت در اندازه گیری تعداد شاخص‌های تصفیه فاضلاب نیز به عنوان کاستی بعدی مطالعه حاضر،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

در نظر گرفته می‌شود. در آخر، مطالعه حاضر صرفا به بررسی جوانب فنی اصلاح سیستم سپتیک تانک پرداخته است و بررسی جوانب اقتصادی این سیستم به‌عنوان محدودیت بعدی این مطالعه شناخته می‌شود. بنابراین، به عنوان پیشنهادات برای تحقیقات آتی، محققان می‌توانند به این کاستی‌ها توجه نموده و در طراحی تحقیقات خویش بر روی سیستم‌های اصلاحی سپتیک تانک، نوع فاضلاب مورد استفاده، پارامترهای مورد هدف تصفیه و امکان سنجی‌های اقتصادی را مدنظر قرار دهند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف ارتقا کارایی سپتیک تانک متعارف در تصفیه فاضلاب شهری با اصلاح رژیم هیدرولیکی انجام شد. نتیجه مهم در این مطالعه این بود که در مقایسه با میزان راندمان حذف TSS، VS، VSS و COD در مطالعات گذشته، که عمدتا به‌صورت سیستم‌های ترکیبی پرهزینه‌ای همچون (UASB + Septic Tank) بودند، میزان راندمان حذف در مطالعه حاضر علیرغم سادگی بهره برداری و نیازهای کمتر انرژی، به میزان قابل توجهی بالا بوده و نزدیک به مقادیر به‌دست آمده در مطالعات قبلی بود. همچنین، با مقایسه نتایج به‌دست آمده از عملکرد سپتیک تانک متداول و سپتیک تانک اصلاح شده در این مطالعه، می‌توان دریافت که راکتور سپتیک تانک اصلاح شده نسبت به سپتیک تانک متداول کارایی بهتری در حذف آلاینده‌های شاخص فاضلاب شهری داشت. بنابراین، با تغییر رژیم جریان هیدرولیکی فاضلاب ورودی به سپتیک تانک‌های متداول به‌صورت جریان رو به بالا و از طرفی طراحی آنها به‌صورت استوانه‌ای، انتظار می‌رود آلودگی خروجی از سیستم‌های متداول به میزان بیشتری کاهش یابد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR.IUMS.REC 95-03-27-29466 است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ۲۹۴۶۶-۲۷-۰۳-۹۵ مصوب دانشگاه علوم پزشکی ایران است و نویسندگان بدینوسیله از حمایت‌های مادی و معنوی این دانشگاه صمیمانه کمال تشکر دارند.

References

1. Imandel K, Mobedi I, Mesdaghinia A, Vaezi F. Determination of minimum inhibitory dose of UVR on Ascaris-ova inactivation. Tehran University Medical Journal. 1998;56(2):25-30 (in Persian).
2. Inyinbor AA, Bello OS, Oluyori AP, Inyinbor HE, Fadiji AE. Wastewater conservation and reuse in quality vegetable cultivation: Overview, challenges and future prospects. Food Control. 2019;98:489-500.
3. Sato T, Qadir M, Yamamoto S, Endo T, Zahoor A. Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use Agricultural Water Management. 2013;130:1-13.
4. WHO. Water sanitation hygiene. Geneva: World Health Organization; 2019 [cited 2020 March 9]. Available from: https://www.who.int/water_sanitation_health/en/.
5. Gallego-Schmid A, Tarpani RRZ. Life cycle assessment of wastewater treatment in developing countries: A review. Water Research. 2019;153:63-79.
6. Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, McCornick PG, Drechsel P, Bahri A, et al. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. Agricultural Water Management. 2010;97(4):561-68.
7. Sabeen AH, Noor ZZ, Ngadi N, Almuraisy S, Raheem AB. Quantification of environmental impacts of domestic wastewater treatment using life cycle assessment: A review. Journal of Cleaner Production.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

2018;190:221-33.
8. Richards S, Paterson E, Withers PJA, Stutter M. Septic tank discharges as multi-pollutant hotspots in catchments. Science of the Total Environment. 2016;542:854-63.
9. Sedaghat Kashfi M, Azimi A. International Conference on Architecture, Urbanism, Civil, Art and the Environment: Future Horizons and a Look at the Past; 2015; Tehran (in Persian).
10. Haydar S, Anis M, Hina GE, Aziz JA, Arbi M. An innovative design of septic tank for wastewater treatment and its performance evaluation: An applicable model for developing countries. Chinese Journal of Chemical Engineering. 2018;26(4):886-91.
11. Al-Zreiqat I, Abbassi B, Headley T, Nivala J, van Afferden M, Müller RA. Influence of septic tank attached growth media on total nitrogen removal in a recirculating vertical flow constructed wetland for treatment of domestic wastewater. Ecological Engineering. 2018;118:171-78.
12. Abbassi BE, Abuharb R, Ammary B, Almanaseer N, Kinsley C. Modified septic tank: Innovative onsite wastewater treatment system. Water. 2018;10(5):578.
13. Moussavi G, Kazembeigi F, Farzadkia M. Performance of a pilot scale up-flow septic tank for onsite decentralized treatment of residential wastewater. Process Safety and Environmental Protection. 2010;88(1):47-52.
14. Anil R, Neera AL. Modified septic tank treatment system. Procedia Technology. 2016;240:24-47.
15. Ujang Z, Henze M. Municipal Wastewater Management in Developing Countries. London: IWA Publishing; 2006.
16. Santiago-Díaz ÁL, García-Albortante J, Salazar-Peláez ML. UASB-septic tank as an alternative for decentralized wastewater treatment in Mexico. Environmental Technology (United Kingdom). 2019;40(14):1780-92.
17. Adhikari JR, Lohani SP. Design, installation, operation and experimentation of septic tank – UASB wastewater treatment system. Renewable Energy. 2019:1406-15.
18. Santiago-Díaz AL, Salazar-Peláez ML. Start-up phase of a UASB-septic tank used for high strength municipal wastewater treatment in Mexico. Water Practice and Technology. 2017;12(2):287-94.
19. Bodkhe SY. A modified anaerobic baffled reactor for municipal wastewater treatment. Journal of Environmental Management. 2009;90(8):2488-93.
20. Arrubla JP, Cubillos JA, Ramírez CA, Arredondo JA, Arias CA, Paredes D. Pharmaceutical and personal care products in domestic wastewater and their removal in anaerobic treatment systems: Septic tank – Up flow anaerobic filter. Ingenieria e Investigacion. 2016;36(1):70-78.
21. Ali M, Al-Sa'ed R, Mahmoud N. Start-up phase assessment of a UASB-septic tank system treating domestic septage. Arabian Journal for Science and Engineering. 2007;32(1C):65-75.
22. Daija L, Selberg A, Rikmann E, Zekker I, Tenno T, Tenno T. The influence of lower temperature, influent fluctuations and long retention time on the performance of an upflow mode laboratory-scale septic tank. Desalination and Water Treatment. 2016;57(40):18679-87.
23. Chen Z, Wen Q, Guan H, Bakke R, Ren N. Anaerobic treatment of domestic sewage in modified septic tanks at low temperature. Environmental Technology (United Kingdom). 2014;35(17):2123-31.
24. Eskicioglu C, Kennedy KJ, Droste RL. Enhancement of batch waste activated sludge digestion by microwave pretreatment. Water Environment Research. 2007;79(11):2304-17.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Performance evaluation of modified up flow septic tanks reactor for treatment of synthetic wastewater

Mohsen Ansari[1,2], Mahdi Farzadkia [3,4,*]

1- Environmental Science and Technology Research Center, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2- Student Research Committee, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3- Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 15 March 2020
Revised: 31 May 2020
Accepted: 6 June 2020
Published: 20 June 2020

Keywords: Municipal wastewater, Wastewater treatment, Septic tank, Hydraulic regime, Up stream flow

***Corresponding Author:**
farzadkia.m@iums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Considering 829000 annual diarrhoeal deaths due to water pollution worldwide, the World Health Organization has emphasized that countries should reduce this rate by upgrading their wastewater treatment systems. The purpose of this study was to evaluate the performance of a modified up flow septic tanks reactor for treatment of synthetic wastewater.

Materials and Methods: In this experimental study, a modified septic tank system based on the upstream hydraulic regime, and also a conventional septic tank system was designed, manufactured, and operated. The municipal wastewater was used to operate, and synthetic wastewater was used to maintain. The major performance indicators of septic tanks include: volatile solids (VS), volatile suspended solids (VSS), total suspended solids (TSS) and chemical oxygen demand (COD) were sampled and measured in triplicates. The experiments were done in three hydraulic retention times of 24, 48, and 72 hr. Finally, the results of the study were analyzed by statistical tests in the SPSS software.

Results: The average removal of TSS, VS, VSS, and COD in HRT 24 h for the conventional reactor were 55.07, 27.36, 30.82, and 55.52%, respectively, and for the upstream-modified reactor at HRT 24 h were 66.57%, 34.05%, 38.47%, and 65.57%, respectively.

Conclusion: Changing septic tanks to up flow regimes and creating a cylindrical shape in conventional septic tanks, the removal efficiency of conventional septic tanks was improved, and the effluent contamination load was reduced.

Please cite this article as: Ansari M, Farzadkia M. Performance evaluation of modified up flow septic tanks reactor for treatment of synthetic wastewater. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(1):1-14.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]