

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

### "تصفیه خانه های پکیج"

#### کاربردهای تکنولوژی

تصفیه خانه های پیش طراحی شده و پیش ساخته که با عنوان تصفیه خانه های پکیج شناخته می شوند، بطور گسترده در مکان هایی که در نظر است از روش لجن فعال استفاده گردد، ولی جریان فاضلاب کمتر از 30/000 گالن بر روز می باشد، استفاده می شود. این تصفیه خانه ها قادر هستند تا تصفیه مناسبی از فاضلاب های خانگی که طبق الگوی مناسبی تولید می شوند را فراهم آورند. تصفیه خانه های پکیج حرفه ای<sup>1</sup> می توانند سطح بالایی از حذف BOD<sub>5</sub> و TSS را تا میزان 20 – 30 میلیگرم بر لیتر ارائه دهند. برای بهره برداری از این سیستم ها نیاز به یک اپراتور ماهر می باشد که بصورت روزانه از این سیستم ها بهره برداری نماید.

#### توصیف فرایند

تصفیه خانه های پکیج لجن فعال نوعاً شامل یک آشغالگیر، خردکن<sup>2</sup>، تانک هوادهی، سیستم هوادهی (سیستم دیفیوژری یا مکانیکی)، زلال ساز یا همان تانک ته نشینی، گندزدایی و اجزای مربوط به کنترل و دفع لجن می باشد. در سیستم های پکیج ته نشینی اولیه معمولاً جایی ندارد. نوعاً، تانک هوادهی و ته نشینی نهایی بصورت پیش ساخته در یک فضای دارای 2 محفظه که از جنس فولاد و به شکل دایره ای و مستطیلی می باشد، در سیستم قرار می گیرند. (شکل 1)

در داخل تانک هوادهی، فاضلاب و لجن فعال (که معمولاً به عنوان جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS<sup>3</sup>) شناخته می شوند) در حال مخلوط شدن می باشند. به دلیل اینکه ته نشینی اولیه ای در کار نیست، تانک هوادهی باید به دلیل اینکه جامدات سنگین تر که توسط ته نشینی اولیه حذف می شدند، هنوز در مایع مخلوط وجود دارند، اختلاط قوی تری داشته باشد. (تا آن ها ته نشین نشوند) به محض

<sup>1</sup> Skill fully

<sup>2</sup> Comminutor

<sup>3</sup> Mixed liquid suspended solid (MLSS)

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

اینکه فاضلاب وارد تانک می‌شود، باکتری‌های موجود در مخلوط مایع (یا همان MLSS)، مواد آلی موجود در فاضلاب را به عنوان خوراک مصرف می‌کنند. این باکتری‌ها این مواد آلی را به عنوان غذا و تأمین انرژی برای زنده ماندن و تولید مجدد مصرف می‌کنند. بخشی از این مواد آلی به دی اکسیدکربن تبدیل و باقیمانده نیز برای تولید سلول باکتری‌های جدید مصرف می‌شود. بعد از تانک هوادهی، لجن فعال بصورت ثقی و در زلال‌ساز نهایی (ته‌نشینی نهایی) از جریان فاضلاب جدا و حذف می‌شوند. لجن ته‌نشینی شده برای نگه داشتن جمعیت باکتری‌ها در یک میزان کافی، برای تصفیه فاضلاب به تانک هوادهی بازگردانده می‌شوند. با تصفیه مقادیر بیشتری از فاضلاب، لجن فعال بیشتری تولید خواهد شد که در این حالت برای پیشگیری از اضافه بار جامدات، بخشی از آن‌ها بصورت دوره‌ای باید از سیستم خارج شوند. اضافه بار جامدات نوعاً منتج به از دست دادن مقدار بیشتری از جامدات از ته‌نشینی نهایی می‌شود که این رخداد باعث می‌شود غلظت TSS و BOD<sub>5</sub> در پساب خروجی از پکیج بالا رود.

تصفیه‌خانه‌های پکیج عمدتاً از فرایند لجن فعال هوادهی گسترده بهره‌گیری می‌کنند. تانک هوادهی از نظر هیدرولیکی بگونه‌ای طراحی می‌گردد که دارای زمان ماند 18 تا 36 ساعت باشد. با توجه به فرایند مورد استفاده، با این سیستم نسبت به سایر فرایندهای لجن فعال، لجن تثبیت شده‌تری را تولید می‌کنند.

### الزامات بهره برداری

الزامات بهره‌برداری و نگهداری برای این سیستم، مشابه سیستم‌های لجن فعال با هوادهی گسترده می‌باشند. تصفیه‌خانه‌های پکیج باید روزانه توسط یک اپراتور با تجربه بخصوص فرایند بیولوژیکی آن چک شود. بسته به اندازه تأسیسات، اپراتور باید روزانه برای مدت 2 تا 4 ساعت حضور داشته باشد. در این بازه زمانی، زمان لازم برای کنترل فرایند، نمونه‌برداری، نگهداری و ثبت داده‌ها باید اختصاص یابد. برای بهره‌برداری مناسب از این تأسیسات تصفیه، پارامترهای بهره‌برداری ذیل باید بصورت روزانه پایش شوند:

- غلظت MLSS (بصورت هفتگی)
- سطح اکسیژن محلول (DO) در تانک هوادهی

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

- ارتفاع پتوی لجن در تانک ته‌نشینی
- نرخ برگشت لجن
- نرخ لجن فعال دفع شده

این پارامترها باید برای ارزیابی عملکرد سیستم با مقادیر پیش فرض که برای طراحی از آن‌ها استفاده شده است مقایسه گردند. نوعاً دامنه اهداف عملیاتی برای تصفیه‌خانه‌های پکیج موارد ذیل می‌باشد:

زمان ماند جامدات Solid Retention Time (SRT)	20 تا 30 روز
MLSS	3000 mg/L – 6000 mg/L
نسبت غذا به میکرواورگانیزم (f/m)	0.05 – 0.15
اکسیژن محلول (DO)	1.5 mg/L – 2.5 mg/L
pH	7 - 8

نگهداری‌های پیشگیرانه منظم ( $PM^4$ ) برای نگه داشتن اجزا و تجهیزات در شرایط عملکردی مناسب نیاز می‌باشد. یک برنامه PM رسمی و مشخص باید براساس پیشنهادات و توصیه‌های سازندگان مربوطه تدوین و استقرار یابد. این برنامه باید شامل لیستی از تمام تجهیزات، تکالیف لازم برای PM و تناوب انجام فعالیت‌های مربوطه باشد. تجهیزاتی که نیازمند نگهداری‌های دوره‌ای می‌باشند نوعاً شامل پمپ‌ها، دمنده‌های هوا و دیفیوزرها می‌باشند. اکثر تانک‌های ته‌نشینی نهایی در سیستم‌های پکیج مجهز به ایرلیفت پمپ برای پمپاژ لجن فعال ته‌نشین شده به تانک هوادهی یا بخش‌های مربوط به کنترل و دفع لجن می‌باشند. این ایرلیفت‌ها به دلیل اینکه ذرات لجن با دانسیته بالا و مواد زائد دیگر را حمل می‌کنند مستعد گرفتگی و انسداد دوره‌ای می‌باشند که از اینرو باید بصورت روزانه چک شوند.

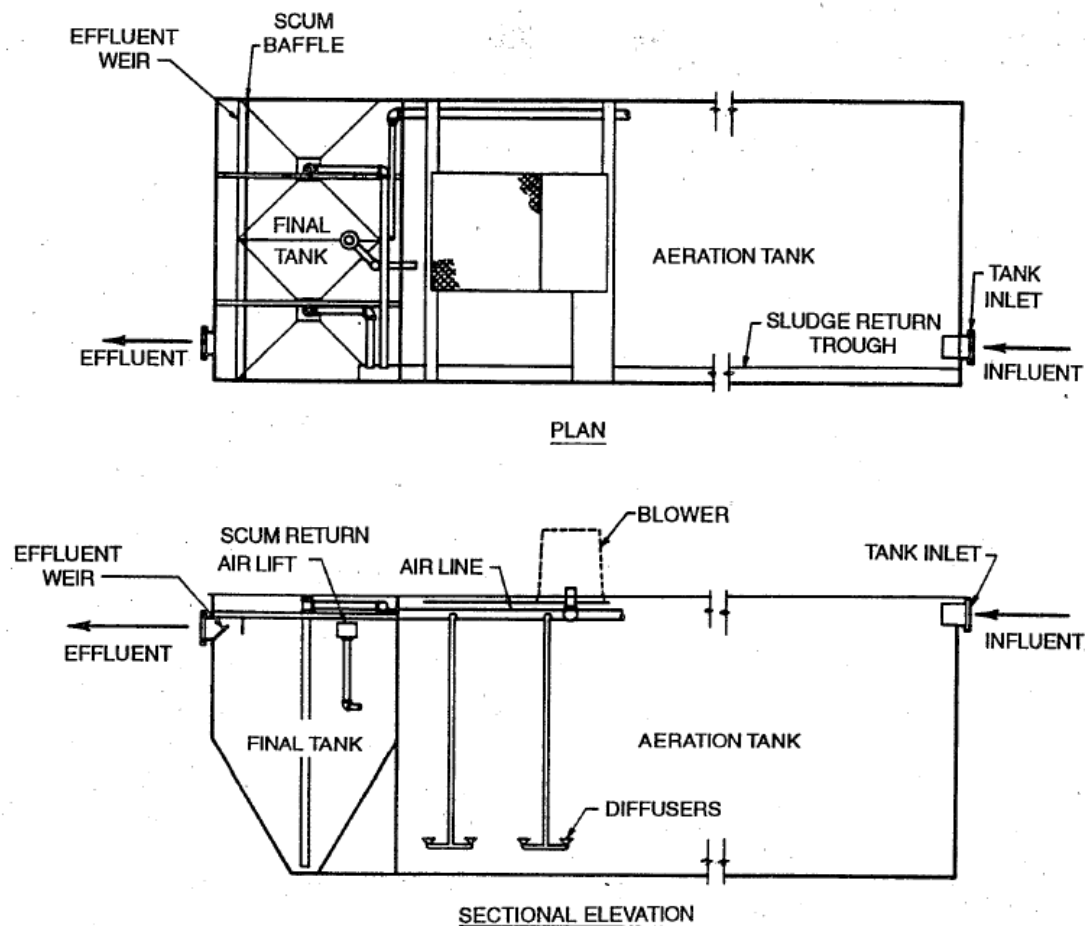
<sup>4</sup> Preventive Maintenance

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht



شکل 1- تصفیه خانه با سیستم هوادهی گسترده مجهز به هوادهی دیفیوزری

برای انجام آزمایشات لازم، بررسی و پایش فرایند، یک برنامه ریزی و سیستم زمانبندی باید تدوین گردد. همچنین در سیستم زمانبندی، یک برنامه که نشان دهنده انجام تمام دستورالعمل‌های نگهداری دوره‌ای و متناوب به همراه دستورالعمل‌های اضطراری برای این تصفیه‌خانه‌ها، باید پیش‌بینی گردد. علاوه بر این، دسترسی نسبتاً آسان به یک راهنما و دستورالعمل کامل باید فراهم گردد. این راهنما باید توسط کلیه پرسنل بهره‌برداری مرور و بررسی گردد. آموزش‌های کافی و مناسب برای اپراتورها و کمک اپراتورها باید فراهم گردد.

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

www.wwes.ir ▪ Waterwwes@gmail.com ▪ Alireza Asaddokht

### باقیمانده‌های تولید<sup>5</sup>

دارای بودن ویژگی زمان‌های ماند طولانی و سن بالای لجن (حدود 20 تا 30 روز) این تصفیه‌خانه‌ها عموماً منتج به یک لجن با میزان کم جامدات فرار می‌گردد. در برخی حالات لجن در یک هاضم یا تانک هوادهی جداگانه که در یک پکیج بصورت پیش ساخته وجود دارد، هوادهی می‌گردد. اغلب جامدات تثبیت شده بر روی بسترهای شنی و ماسه ای آگیری می‌شوند و در نهایت دفع می‌گردند.

### محدودیت‌های تکنولوژی

عملکرد مناسب تصفیه‌خانه‌های پکیج در مقایسه با سایر فرایندهای تصفیه بیولوژیکی نیازمند انجام اقدامات بیشتری می‌باشد، اما از سوی دیگر نسبت به سایر فرایندها، با محدودیت‌هایی روبرو می‌باشد.

این محدودیت‌ها شامل بارهای ناشی از شوک هیدرولیکی به علت نوسانات زیاد در جریان، انتقال جامدات به علت دنیتریفیکاسیون در تانک ته‌نشینی نهایی، کنترل سخت MLSS، جابجایی و برهم خوردن تعادل به علت سردی هوا (جابجا شدن طبقات مایع) و کنترل عملکردی حساس می‌باشد. دارا بودن ویژگی زمان ماند طولانی در تصفیه‌خانه‌های پکیج معمولاً منجر به این موضوع می‌شود که پساب خروجی حاوی غلظت قابل توجهی از جامدات معلق ریز که با نام "pin-floc" شناخته می‌شوند، باشد. برای رسیدن به سطح مجاز  $BOD_5$  و TSS یک واحد فیلتراسیون برای حذف جامدات معلق ریز نیاز می‌باشد.

### ملاحظات اقتصادی

هزینه‌های لازم برای تصفیه‌خانه‌های پکیج در جدول 1 در قالب موضوعات ساخت، بهره‌برداری و نگهداری نشان داده شده است. هزینه‌های ساخت شامل آشغالگیری و خرد کن، واحد هوادهی گسترده، بخش گندزدایی و بسترهای لجن خشک کن می‌باشد. هزینه

<sup>5</sup> Residues Generated

## "تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

[www.wwes.ir](http://www.wwes.ir) ▪ [Waterwwes@gmail.com](mailto:Waterwwes@gmail.com) ▪ Alireza Asaddokht

نشان داده شده شامل هزینه‌های زمین، مهندسی، آزمایشگاه، خدمات محلی و قانونی و سرمایه گذاری‌های دیگر نمی‌باشد. هزینه‌های بهره برداری و نگهداری شامل هزینه‌های نیروی کار، تأسیسات، مواد شیمیایی و مواد مصالح مصرفی برای نگهداری می‌باشد.

جدول 1 - هزینه های ساخت، بهره برداری و نگهداری از سیستم های تصفیه خانه پکیج (براساس قیمت های سال 1992)

هزینه های بهره برداری و نگهداری (دلار)	هزینه های ساخت (دلار)	ظرفیت تصفیه خانه (گالن بر روز)
8/600 تا 13/000	60/000 تا 83/000	10/000