

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

"لاگون ها"

کاربردهای تکنولوژی:

لاگون‌ها متداول‌ترین تکنولوژی بکار گرفته شده برای تصفیه فاضلاب بخصوص برای جوامع کوچک هستند. این سیستم‌ها یک روش ساده و اقتصادی برای تصفیه فاضلاب یک جامعه را فراهم می‌کنند. به هر حال، به دلیل محدودیت‌های سختگیرانه و روزافزون، فرایندهای تصفیه اضافی و مکمل در پایین دست این سیستم‌ها مانند فیلترهای ماسه‌ای متوالی¹ ممکن است برای تکمیل تصفیه پساب خروجی بکار گرفته شود. سیستم‌های لاگون همچنین برای پیش تصفیه و ذخیره فاضلاب، کاربرد در زمین یا انتقال به وتلند² می‌توانند بکار گرفته شوند.

توصیف فرایند:

لاگون‌ها سیستم‌های تصفیه طبیعی‌ای هستند که در آن باکتری‌ها و جلبک‌ها محتویات آلی فاضلاب را مصرف می‌کنند. در طول روز که نور وجود دارد، جلبک‌ها اکسیژن تولید و به داخل لاگون انتقال می‌دهند و باکتری‌ها از این اکسیژن برای تنفس استفاده می‌کنند. یک لاگون سالم، به علت وجود جمعیت جلبک‌ها در آن رنگ سبز دارد. هوادهی بیشتر در این سیستم‌ها توسط نیروی باد و در برخی مواقع استفاده از سیستم‌های مکانیکی و سیستم‌های دیفیوژری انجام می‌گیرد. سیستم‌های لاگون اختیاری در زمان ماندهای بسیار طولانی از 20 تا 150 روز و بسته به شرایط آب و هوایی کار می‌کنند. لاگون‌های هوازی عمدتاً دارای زمان ماند کمتری می‌باشند. لاگون‌هایی که در مناطق آب و هوایی سردسیر قرار دارند نیازمند زمان ماند بیشتر و طولانی‌تر می‌باشند. همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، سیستم‌های تصفیه لاگونی نوعاً شامل واحدهای آشغالگیری، لاگون و سیستم گندزدایی می‌باشد.

¹ Intermittent Sand Filters

² Wetland

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

سیستم‌های لاغونی برای تصفیه فاضلاب خانگی عمدتاً به 2 دسته تقسیم می‌شوند: برکه‌های تثبیت و لاغون‌های هوادهی. در برکه‌های تثبیت، اکسیژن به واسطه وجود جلبک‌ها و جریان باد ایجاد می‌شود. عمق برکه‌ها باید کم (3 تا 5 فوت) در نظر گرفته شوند تا اختلاط لازم برای نگهداشتن شرایط در حالت هوازی فراهم شود. برکه‌های تثبیت عملکرد خوبی در زمان ماند‌های بالاتر از 30 روز دارند. با توجه به عمق کم و زمان ماند طولانی، این برکه‌ها، زمین زیادی را اشغال می‌کنند. (1 acre به ازای هر 200 نفر جمعیت تحت پوشش)

برای پیشگیری از اضافه بار مواد آلی، بسته به شرایط آب و هوایی، برکه باید بگونه‌ای طراحی و ابعاد آن بگونه‌ای تعیین شود که BOD_5 را با نرخ بار 15-50 lbs/acre/day تصفیه کند.

لاغون‌های هوازی می‌توانند بار آلی بیشتری را نسبت به برکه‌های تثبیت تصفیه کنند. این موضوع اصولاً به دلیل فرایندهای هوازی اضافی می‌باشد. در این لاغون‌ها همانگونه که در قبل بیان شد، هوادهی بصورت استفاده از سیستم‌های مکانیکی سطحی یا دیفیوزرهای عمقی انجام می‌گیرد. لاغون‌های هوازی $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{3}$ برکه‌های تثبیت نیاز به زمین و از سوی دیگر زمان ماند کوتاهتری دارند. (3 تا 10 روز در شرایط آب و هوایی گرم) عمق متوسط یک سیستم لاغون هوادهی بین 6 تا 10 فوت می‌باشد. کوتاهتر کردن زمان ماند و افزایش عمق لاغون سبب می‌شود به زمین کمتری نیاز باشد. در محل‌هایی که هزینه تملک زمین بالاست یا اصلاً زمین کافی در دسترس نمی‌باشد، این روش یک گزینه مناسب تلقی می‌شود.

سیستم‌های لاغون معمولاً بگونه‌ای طراحی می‌شوند که حداقل از 3 سلول مجزا از هم که بصورت سری به هم متصل شده‌اند، تشکیل می‌شوند. در برخی اوقات، سلول اول بزرگتر از سایر سلول‌ها می‌باشد و دریافت کننده حجم عمده بار آلی می‌باشد. 2 سلول دیگر نقش polishing cell یا حوض ته‌نشینی برای حذف جامدات معلق را ایفا می‌کنند. سلول‌های جلبک بخش اعظم جامدات معلق را تشکیل می‌دهند که باید از سیستم حذف شوند. در سیستم‌های لاغون هوازی، سلول آخر معمولاً دارای سیستم هوادهی نمی‌باشد تا جامدات معلق از سیستم حذف شوند. برای رساندن سطح BOD_5 و TSS در پساب خروجی تا حد کمتر از 10 mg/L، از تصفیه‌های اضافی در پایین‌دست مانند فیلترهای ماسه‌ای متوالی می‌توان استفاده نمود. همچنین برای ارتقاء لاغون‌های موجود 1

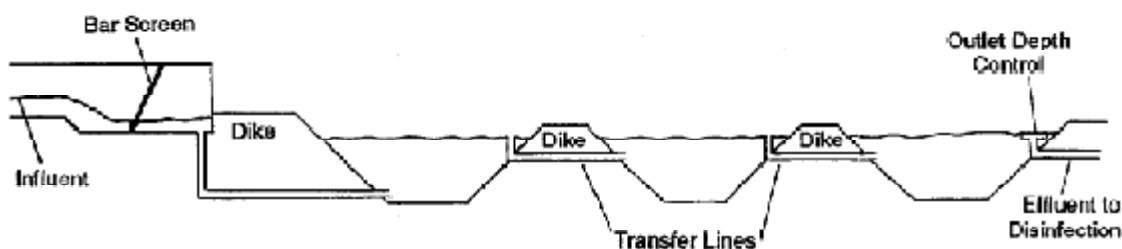
"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

سلولی و تبدیل آن‌ها به لاگون‌های چند سلولی می‌توان از بافل‌های شناور استفاده نمود. با این کار از اتصال کوتاه و فرار فاضلاب تصفیه نشده نیز پیشگیری به عمل می‌آید.



شکل 1 - سیستم تصفیه فاضلاب به روش لاگون

الزامات بهره‌برداری و نگهداری (O&M)

به عنوان یکی از نتایج ویژگی‌ها و شرایط ساده طراحی لاگون‌ها، این سیستم‌ها الزامات بهره‌برداری و نگهداری پایینی دارند. بهره‌برداری و نگهداری از یک لاگون در حالت عادی و نرمال شامل بازدیدهای روزانه از سایت، نگهداری‌های روتین سایت مانند قطع چمن‌ها و حذف گیاهان هرز و جمع‌آوری دوره‌ای نمونه‌ها و آزمایش آن‌ها می‌باشد. نوعاً برای این سیستم‌ها یک پرسنل تمام وقت نیاز نمی‌باشد. در جوامع کوچک برای این منظور از کارکنان بخش‌های خدمات عمومی برای بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های لاگون استفاده می‌شود. این نوع از سازماندهی پرسنل این اجازه را به کارکنان بخش خدمات عمومی می‌دهد تا بطور مناسب آموزش ببینند و زمان کافی را در تصفیه‌خانه صرف کنند. علاوه بر این، برای فعالیت‌های پایشی روتین، لاگون‌ها باید دست کم سالانه از نظر میزان تجمع لجن چک شوند. تجمع بیش از اندازه لجن ممکن است باعث کمتر شدن زمان ماند و افزایش سطح BOD_5 و TSS در پساب خروجی گردد. بسته به شرایط محلی هر سایت، ممکن است هر 5 تا 10 سال یکبار نیاز به جمع‌آوری و دفع لجن‌های تجمع یافته باشد.

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

پارامترهای بهره‌برداری باید به منظور اطمینان از عملکرد مناسب تصفیه بصورت هفتگی یا برخی مواقع حتی بصورت روزانه پایش شوند. بررسی‌های عملیاتی می‌تواند شامل موارد ذیل گردد:

- بررسی دایک‌ها³ (خاکریزه‌های میان لاگون‌ها یا سلول‌های یک لاگون) از نظر فرسایش، نشت‌ها و علائمی از فعالیت‌های برخی از حیوانات (مانند حفاری و سوراخ کردن)
- تمیز نگه داشتن ورودی و خروجی و جلوگیری از تجمع مواد زائد.
- چک کردن سطح حوضچه‌ها و سازه‌های خروجی از نظر تشکیل شدن کف
- پایش دما، رنگ، pH، DO و جامدات معلق برکه
- پایش تجهیزات آشغالگیری
- نمونه‌برداری از پساب خروجی و آزمایش آن و مقایسه با محدوده مجاز
- پایش شرایط تجهیزات مکانیکال

یک برنامه نگهداری پیشگیرانه باید برای تمام تجهیزات و براساس پیشنهادات و توصیه‌های سازندگان ایجاد شود. از پارامترهای BOD_5 ، TSS و pH در ورودی و خروجی باید رکوردهایی ثبت شود. عموماً برای لاگون‌ها، دامنه pH بین 6/5 تا 10/5 می‌باشد. شرایط برکه مانند اکسیژن محلول، محتویات جامد و عمق لجن باید همچنین ثبت و مستندسازی شود. میزان اکسیژن محلول باید بزرگتر از 1 mg/L باشد و در چندین محل از لاگون چک شود.

مواد زائد تولیدی

در حالت نرمال تصفیه، سلول‌های جلبک و باکتری در نهایت می‌میرند و به همراه سایر جامدات در کف لاگون تجمع پیدا می‌کنند. از آنجاییکه در کف لاگون اکسیژن بسیار کمی وجود دارد (و یا اصلاً وجود ندارد)، این لجن به واسطه هضم بی‌هوازی، تثبیت می‌شود.

³ Dike

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

نهایتاً تجمع لجن در کف لاگون افزایش پیدا می کند که باید از سیستم حذف شوند. بسته به قوانین حاکم، لجن می تواند در زمین دفع یا کاربردهای دیگری در زمین داشته باشد. این لجن باید از نظر آلاینده های سمی و مضر مانند فلزات سنگین قبل از هرگونه استفاده آزمایش شود.

محدودیت های تکنولوژی

لاگون ها سیستم های ارزان قیمتی هستند که تصفیه بیولوژیکی ساده ای را فراهم می آورند و برای تصفیه فاضلاب های خانگی و جاهاییکه پساب خروجی مشمول قوانین سخت گیرانه نمی باشند، مناسب است. برای کاستن از سطح TSS در پساب خروجی بخصوص در طول ماه های گرم سال و زمانیکه فعالیت جلبک ها افزایش پیدا می کند، استفاده از فرایندهای تصفیه اضافی در پایین دست این سیستم ها لازم می باشد.

لاگون ها به نسبت سیستم های تصفیه مکانیکی زمین بیشتری اشغال می کنند. همین دلیل باعث می شود استفاده از آن ها در جوامعی که قیمت زمین در آنجا بالاست یا محلهایی که زمین کافی در دسترس نمی باشد، با محدودیت مواجه گردد. مانند اکثر سیستم های تصفیه بیولوژیکی، سیستم های لاگون نیز از آب و هوای سرد و اضافه بارهای آلی و هیدرولیکی اثرپذیر می باشند.

ملاحظات اقتصادی

هزینه های مربوط به لاگون ها به 2 دسته هزینه های ساخت و هزینه های بهره برداری و نگهداری همانگونه که در جدول 1 نشان داده شده است تقسیم می شود. هزینه های ساخت برای یک لاگون معمولاً به هزینه های حفاری وابسته می باشد. هزینه های ساخت شامل حفاری لاگون، تجهیزات هوادهی مربوطه، پمپ ها، لوله کشی ها و سیستم گندزدایی می باشد. این هزینه ها شامل هزینه های تملک زمین، خدمات مهندسی، موارد قانونی و یا هزینه های سرمایه گذاری نمی شود. هزینه های بهره برداری و نگهداری بسته به محل از

"تصفیه آب و فاضلاب جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

نظر نیروی کار و تأسیسات لازم برای تصفیه متفاوت می‌باشد. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شامل هزینه‌های مربوط به نیروی کار، تأسیسات و مصالح و لوازم مرتبط با موضوع نگهداری می‌باشد.

جدول 1 - هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری و نگهداری از یک لاگون مجهز به سیستم هوادهی

ظرفیت تصفیه خانه (گالن بر روز)	هزینه‌های ساخت (دلار)	بهره برداری و نگهداری سالانه (دلار)
10000	71000 - 47000	6500 - 4300
100000	353000 - 118000	25800 - 17200

مترجم : علیرضا اسدوخت