جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای سامانه‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

ضابطه شماره ۹۰۸

آخرین ویرایش: ۱۲-۰۶-۱۴۰۴

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقآبی

waterstandard.wrm.ir

omoorepeyman.ir

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

باسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۴۰۴/۲۸۲۶۴۶
	تاریخ : ۱۴۰۴/۰۶/۱۲

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و تبصره ذیل بند(۳-۱) ماده(۴) «سند نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت۶۳۷۱۹ه مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیئت وزیران؛ ضابطه پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و در«سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور» به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود:

عنوان:	**راهنمای سامانه‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی**
شماره ضابطه:	**۹۰۸**
نوع ابلاغ:	راهنما
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۱۰/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	وزارت نیرو-دبیرخانه «طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور»
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

سیدحمید پورمحمدی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با همکاری دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقابی – شرکت مدیریت منابع آب ایران – وزارت نیرو و با استفاده از نظر کارشناسان برجسته در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است.

نظر به تهیه این ضابطه به وسیله وزارت نیرو، مسئولیت مطالب تهیه شده، تفسیر و اصلاح آن با مجموعه مرتبط در آن وزارتخانه می‌باشد. دبیرخانه «طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور» مستقر در وزارت نیرو، دریافت کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور اعلام خواهد کرد.

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@chmail.ir **web: nezamfanni.ir**

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور

تهران، خیابان فلسطین شمالی، پایین‌تر از زرتشت، کوچه پرویز روشن، پلاک ۲۷ – شرکت مدیریت منابع آب ایران – دفتر توسعه نظام‌های فنی، بهره‌برداری و دیسپاچینگ برقابی – تلفن: ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۶۱ و ۰۲۱۴۳۶۸۰۲۸۹

Email: waterstandard@wrm.ir **web: waterstandard.wrm.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه‌تعالی

پیشگفتار

براساس سالنامه آماری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تا انتهای سال ۱۴۰۲ در بخش شهری حدود ۵۶ درصد از جمعیت، تحت پوشش خدمات فاضلاب قرار گرفته‌اند و این در حالی است که در بخش روستایی تنها ۰,۶۷ درصد یعنی کمتر از ۱ درصد از جمعیت روستایی از خدمات فاضلاب بهداشتی بهره‌مند شده‌اند. از آنجایی که مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و رو ستایی به عنوان یکی از ارکان تو سعه پایدار در این مناطق می‌با شد و ارتقاء کیفیت زندگی در این جوامع با افزایش تقاضا جهت استفاده از خدمات عمومی افزایش یافته است، ضروری است همراه با توسعه مناطق شهری، توسعه زیرساخت‌ها در این جوامع نیز مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر با توجه به کمبود امکانات موجود در محل و استفاده از روش‌های قدیمی دفع فاضلاب در این جوامع که گاهی تهدیدکننده منابع آبی می‌باشند، لازم است با توجه به شرایط خاص هر جامعه از جمله شرایط اجتماعی، اقتصادی، اقلیمی و همچنین دانش فنی، سامانه‌ای متناسب با شرایط این‌گونه اجتماعات جهت مدیریت فاضلاب به‌کار گرفته شود.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب و آبفای وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه «راهنمای سامانه‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی» را با هماهنگی امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرارداد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذی‌نفع نظام فنی‌واجرایی کشور به این سازمان ارسال نمود. این ضابطه پس از بررسی در چارچوب نظام فنی‌واجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، سند و آیین‌نامه اجرایی آن تصویب و ابلاغ گردید.

علی‌رغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را منعکس فرمایند. نظرات و پیشنهادهای اصلاحی دریافت شده مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهد شد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین تغییرات معتبر، در بالای صفحات ضابطه، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن صفحه نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی
معاون فنی، زیربنایی و تولیدی
تابستان ۱۴۰۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل «راهنمای سامانه‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی»
[ضابطه شماره ۹۰۸]

مجری: دانشگاه علم و صنعت ایران

مسئول پروژه:

مجید حسین‌زاده	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکتری مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب

اعضای گروه تهیه‌کننده:

علیرضا اسددخت	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب
علی پورکریمی	دانشگاه فسا	دکتری مهندسی عمران- محیط زیست
مجید حسین‌زاده	دانشگاه علم و صنعت ایران	دکتری مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب
داود فتحعلی	شرکت مهندسین مشاور طرح و توسعه کارآور	دکتری مهندسی محیط زیست–آب و فاضلاب
محمدرضا فدایی تهرانی	پژوهشگاه نیرو	دکتری مهندسی عمران- منابع آب
حسین نایب	شرکت تصفیه هوشمند آویسا	دکتری مهندسی محیط زیست- آب و فاضلاب
غلامرضا نبی بیدهندی	دانشگاه تهران	دکتری شیمی - محیط زیست

اعضای گروه نظارت:

امیررضا احمدی‌مطلق	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب
اصغر جهانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	دکترای مهندسی محیط زیست
شهیر کنعانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - محیط‌زیست

اعضای گروه تاییدکننده (کمیته تخصصی فاضلاب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

امیررضا احمدی‌مطلق	شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب
رضا براتی	شرکت فاضلاب تهران	دکترای مهندسی بهداشت محیط
اصغر جهانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	دکترای مهندسی محیط زیست

omoorepeyman.ir

عبدالله رشیدی مهرآبادی	دانشگاه شهید بهشتی	دکترای مهندسی محیط زیست
طلایه رهسپار طلوعی	سازمان برنامه و بودجه کشور	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب
مجید صابری	شرکت فناوران عرصه آبفا	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - محیط زیست
دادمهر فائزی رازی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس مهندسی بهداشت محیط
منصور قاسمی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک
شهیر کنعانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - محیط‌زیست
مسعود محمدزاده بنائی	شرکت مهندسی موجان	لیسانس مهندسی شیمی
محمد ناظم‌زاده نراقی	شرکت مهندسی مشاور پارس کنسولت	لیسانس مهندسی راه و ساختمان

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول - اصطلاحات و تعاریف	**۵**
۱-۱- جوامع کوچک	۷
۱-۲- دوره طرح	۷
۱-۳- سامانه‌های تصفیه فاضلاب	۷
۱-۴- شبکه فاضلاب ثقلی	۸
۱-۵- سامانه جمع‌آوری فاضلاب خوشه‌ای	۸
۱-۶- شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب متعارف و جایگزین (غیرمتعارف)	۸
۱-۷- فاضلاب	۹
۱-۸- محیط‌زیست	۱۰
۱-۹- مصارف مجدد	۱۰
۱-۱۰- نگهداری	۱۰
فصل دوم - مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	**۱۱**
۲-۱- کلیات	۱۳
۲-۲- جوامع کوچک و روستایی	۱۳
۲-۳- مسائل و چالش‌های اصلی مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۱۴
۲-۴- قوانین و استانداردهای بین‌المللی و تجارب سایر کشورها درخصوص تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی	۱۶
۲-۵- دفع فاضلاب در جوامع روستایی ایران	۱۹
۲-۵-۱- شرایط موجود دفع بهداشتی فاضلاب در روستاهای کشور	۲۰
۲-۶- برنامه‌ریزی جامع برای مدیریت فاضلاب جوامع کوچک و روستایی	۲۱
۲-۶-۱- مطالعات اولیه و ارزیابی محل	۲۱
۲-۶-۲- نیازسنجی و اولویت‌بندی	۲۲
فصل سوم - مشخصات کمی و کیفی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی	**۲۵**
۳-۱- کلیات	۲۷
۳-۲- ترکیب فاضلاب	۲۷
۳-۳- ویژگی‌های کمی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی	۲۸

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳-۱- میزان جریان فاضلاب	۲۸
۳-۳-۲- روش‌های برآورد کمیت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۳۱
۳-۴- ویژگی‌های کیفی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی	۳۱
۳-۴-۱- ویژگی‌های فیزیکی فاضلاب	۳۱
۳-۴-۲- ویژگی‌های شیمیایی فاضلاب	۳۳
۳-۴-۳- ویژگی‌های بیولوژیکی فاضلاب	۳۶
۳-۴-۴- شدت آلودگی فاضلاب	۳۶
۳-۵- کمیت و کیفیت فاضلاب جوامع کوچک و روستایی در ایران و سایر کشورها	۳۷
۳-۵-۱- مقدار سرانه آلاینده‌های فاضلاب	۳۷
۳-۵-۲- روش‌های تعیین کیفیت فاضلاب روستایی	۳۹
۳-۵-۳- چک لیست تعیین مشخصه‌های کمی و کیفی فاضلاب	۳۹
فصل چهارم - انتخاب الگو مناسب مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	**۴۱**
۴-۱- کلیات	۴۳
۴-۲- انواع سامانه‌های مدیریت فاضلاب	۴۳
۴-۲-۱- سامانه فاضلاب غیرمتمرکز	۴۳
۴-۲-۲- سامانه‌های فاضلاب متمرکز	۴۵
۴-۲-۳- سامانه‌های فاضلاب ترکیبی (متمرکز – غیرمتمرکز)	۴۶
۴-۳- انتخاب نوع سامانه مدیریت فاضلاب	۴۶
فصل پنجم - انتخاب روش مدیریت فاضلاب به صورت متمرکز در جوامع کوچک و روستایی	**۵۱**
۵-۱- کلیات	۵۳
۵-۲- روش‌های جمع‌آوری فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۵۳
۵-۲-۱- سامانه فاضلابروی تحت فشار	۵۴
۵-۲-۲- سامانه فاضلابروی مکشی (تحت خلاء)	۵۴
۵-۲-۳- فاضلابروهای ثقلی با قطر کم	۵۴
۵-۲-۴- سامانه فاضلابروی ساده شده	۵۵
۵-۳- انتخاب نوع شبکه جمع‌آوری فاضلاب غیرمتعارف و جایگزین برای جوامع کوچک و روستایی	۵۵
فصل ششم - انتخاب روش مناسب تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک و روستایی	**۵۹**

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۱- کلیات	۶۱
۶-۲- انواع سیستم‌های تصفیه فاضلاب	۶۱
۶-۳- سطوح تصفیه فاضلاب	۶۱
۶-۴- گزینه‌های پیش‌تصفیه و ملاحظات فرایندی برای جوامع کوچک و روستایی	۶۲
۶-۵- پیش انتخاب روش مناسب تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک	۶۴
۶-۶- انتخاب اولیه مناسب‌ترین روش و چیدمان برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۶۷
۶-۷- شاخص‌های انتخاب نوع سامانه تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۷۰
فصل هفتم - روش‌های تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	**۷۳**
۷-۱- کلیات	۷۵
۷-۲- روش‌های تصفیه مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی	۷۵
۷-۲-۱- سپتیک تانک (Septic Tank - ST)	۷۵
۷-۲-۲- هاضم بیوگاز (Biogas Digester - BS)	۷۷
۷-۲-۳- ایمهاف تانک (Imhoff Tank - IMH)	۷۸
۷-۲-۴- رآکتور بافل‌دار (مانع‌دار) بی‌هوازی (Anaerobic Baffled Reactor (ABR	۸۰
۷-۲-۵- فیلترهای بی‌هوازی (Anaerobic Filter (ANF))	۸۱
۷-۲-۶- برکه‌های تثبیت فاضلاب (Waste Stabilization Ponds (WSP))	۸۳
۷-۲-۷- لاگون‌های هوادهی Aerated Lagoons (AL)	۸۶
۷-۲-۸- وتلندهای ساخته شده یک مرحله‌ای (Single-Stage Constructed Wetlands (CW 1-stage))	۸۸
۷-۲-۹- وتلندهای ساخته شده چندگانه (هیبریدی) Hybrid Constructed Wetlands (CW-Hybrid)	۹۰
۷-۲-۱۰- رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا Upstream Anaerobic Sludge Blanket reactor (UASB)	۹۲
۷-۲-۱۱- لجن فعال – هوادهی گسترده Extended Aeration Activated Sludge Type (EA)	۹۳
۷-۲-۱۲- رآکتور ناپیوسته متوالی - Extended Aeration Sequencing Batch Reactor Type (SBR-EA)	۹۵
۷-۲-۱۳- صافی چکنده Trickling Filter (TF)	۹۷
۷-۲-۱۴- تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان Rotating Biological Contactor (RBC)	۹۸
۷-۲-۱۵- سامانه UASB به همراه برکه تثبیت فاضلاب UASB Followed by WSP (UASB-WSP)	۹۹
۷-۲-۱۶- سامانه UASB به همراه صافی چکنده UASB Followed by TF (UASB-TF)	۱۰۱

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۷-۲-۱۷- گندزدایی با پرتو فرابنفش Disinfection with Ultraviolet System (UV)	۱۰۳
۷-۲-۱۸- گندزدایی با کلر Disinfection with Chlorine (Cl)	۱۰۴
۷-۲-۱۹- برکه‌های تکمیلی (Polishing Pond - PP)	۱۰۶
۷-۲-۲۰- فیلتر سنگی Rock Filter (RF)	۱۰۶
۷-۲-۲۱- فیلتر چرخان دیسکی Rotary Disc Filter (RDF)	۱۰۷
فصل هشتم - انتخاب روش و چیدمان مناسب برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	**۱۰۹**
۸-۱- الگوی انتخاب روش مناسب	۱۱۱
۸-۱-۱- شاخص پروژه	۱۱۲
۸-۱-۲- شاخص فناوری	۱۱۳
فصل نهم - انتخاب روش دفع پساب در سامانه‌های تصفیه در محل	**۱۱۷**
۹-۱- کلیات	۱۱۹
۹-۲- دفع در زمین - دفع در ترانشه	۱۱۹
۹-۳- بسترهای دفع یا گودال‌ها	۱۲۰
۹-۴- فیلترهای ماسه‌ای متناوب – نوبه‌ای	۱۲۱
۹-۵- فیلترهای ماسه‌ای بازچرخان	۱۲۲
۹-۶- فیلترهای شنی	۱۲۳
۹-۷- سامانه کم عمق ماسه‌ای توأم با فشار	۱۲۳
۹-۸- سامانه پشته‌ای	۱۲۴
فصل دهم - تصفیه لجن سامانه‌های فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	**۱۲۵**
۱۰-۱- کلیات	۱۲۷
۱۰-۲- مشخصات لجن ناشی از فاضلاب در مناطق روستایی	۱۲۸
۱۰-۳- انتخاب مناسب‌ترین روش تصفیه، عملیات تصفیه و دفع لجن	۱۲۸
فصل یازدهم - استفاده مجدد از پساب و لجن تصفیه‌شده فاضلاب	**۱۳۱**
۱۱-۱- کلیات	۱۳۳
۱۱-۲- مصارف مختلف استفاده از پساب در جوامع کوچک	۱۳۳
۱۱-۳- استفاده مجدد از لجن در جوامع کوچک و روستایی	۱۳۴
۱۱-۳-۱- خصوصیات لجن	۱۳۴

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۱-۳-۲- استفاده از لجن خشک در کشاورزی	۱۳۵
۱۱-۳-۳- استفاده از لجن تر در کشاورزی	۱۳۵
۱۱-۳-۴- استفاده از لجن تر و مواد زائد جامد	۱۳۵
۱۱-۳-۵- استفاده از لجن برای تهیه کود	۱۳۵
۱۱-۴- روند استفاده مجدد از پساب و لجن فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۱۳۵
۱۱-۴-۱- ارزیابی و انتخاب محل برای دفع لجن	۱۳۶
۱۱-۴-۲- انتخاب روش مناسب برای تصفیه و دفع لجن	۱۳۶
۱۱-۴-۳- موارد قابل توجه برای استفاده مجدد از پساب و لجن	۱۳۸
فصل دوازدهم - آموزش عمومی	**۱۴۱**
۱۲-۱- کلیات	۱۴۳
منابع و مراجع	**۱۴۵**

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱- حدود تعریف شده برای جمعیت جوامع کوچک در برخی کشورهای جهان	۱۴
جدول ۲-۲- تجربیات کشورهای جهان در زمینه مدیریت فاضلاب جوامع روستایی	۱۶
جدول ۲-۳- روش‌های کنونی جمع‌آوری و دفع فاضلاب‌های بهداشتی (انسانی) در مناطق روستایی	۲۰
جدول ۲-۴- روش‌های کنونی جمع‌آوری و دفع فاضلاب‌های بهداشتی (خاکستری) در مناطق روستایی	۲۰
جدول ۲-۵- شاخص‌های نیازسنجی و اولویت‌بندی جوامع کوچک و روستایی برای احداث سامانه‌های فاضلاب	۲۴
جدول ۳-۱- پیش‌بینی مقادیر متداول فاضلاب منازل تک خانواری در مناطق روستایی ایران	۳۰
جدول ۳-۲- طبقه‌بندی فاضلاب خانگی خام براساس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی	۳۶
جدول ۳-۳- مقدار سرانه فضولات دفعی در جوامع کوچک و روستایی کشور آمریکا (گرم در روز)	۳۷
جدول ۳-۴- سرانه BOD_5 و مواد معلق در تعدادی از کشورهای جهان (گرم در روز)	۳۸
جدول ۳-۵- مقدار BOD5، TSS و TDS فاضلاب جوامع کوچک و روستایی تعدادی از کشورهای جهان (میلی‌گرم در لیتر)	۳۸
جدول ۳-۶- میزان فاضلاب غیرخانگی تولیدی در جوامع کوچک و روستایی در کشور	۳۸
جدول ۳-۷- مقدار سرانه آلاینده‌های اصلی فاضلاب پیشنهاد شده برای مناطق روستایی کشور (گرم- روز)	۳۸

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- ویژگی‌های اصلی سامانه‌های فاضلاب متمرکز و غیرمتمرکز	۴۶
جدول ۴-۲- انتخاب نوع سامانه مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۴۷
جدول ۵-۱- مزایا، معایب و کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین	۵۵
جدول ۵-۲- مقایسه سیستم‌های جایگزین جمع‌آوری فاضلاب	۵۷
جدول ۵-۳- ویژگی‌های سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین	۵۷
جدول ۶-۱- سطوح تصفیه فاضلاب	۶۲
جدول ۶-۲- گزینه‌های پیش‌تصفیه متداول و ملاحظات فرایندی برای تصفیه فاضلاب جوامع کوچک	۶۳
جدول ۶-۳– لیست کلی روش‌های تصفیه و پیش انتخاب روش مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی	۶۵
جدول ۶-۴– لیست کوتاه روش‌های تصفیه مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی	۶۶
جدول ۶-۵– زنجیره تصفیه فاضلاب پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی	۶۸
جدول ۶-۶- زنجیره تصفیه لجن پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی	۶۹
جدول ۶-۷- قابلیت کاربرد سامانه‌های غیرمتمرکز تصفیه و دفع در مناطق با شرایط خاص	۷۲
جدول ۸-۱– نمونه ای از ترکیب روش‌های مختلف تصفیه برای اهداف مختلف استفاده مجدد	۱۱۱
جدول ۸-۲- راندمان روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۳
جدول ۸-۳- امکان ارتقای روش‌های مختلف تصفیه برای حذف نیتروژن و فسفر	۱۱۳
جدول ۸-۴- زمین مورد نیاز برای روش‌های مختلف فرایندی	۱۱۳
جدول ۸-۵- نیاز به پرسنل متخصص و دارای مهارت برای روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۴
جدول ۸-۶- نیاز به عملیات بهره‌برداری و نگهداری برای روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۴
جدول ۸-۷- میزان تقریبی لجن تولیدی برای روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۴
جدول ۸-۸- میزان تقریبی نیاز به انرژی برق برای روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۴
جدول ۸-۹- مصرف انرژی و راندمان تصفیه	۱۱۵
جدول ۸-۱۰- متوسط دامنه هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری و نگهداری	۱۱۵
جدول ۸-۱۱- متوسط هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه روش‌های مختلف تصفیه	۱۱۵
جدول ۸-۱۲- معیارهای مرتبط با تکنولوژی (روش) تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی	۱۱۵
جدول ۸-۱۳– امتیازدهی پیشنهادی برای روش‌های تصفیه	۱۱۶
جدول ۱۰-۱- مشخصات انواع مختلف لجن	۱۲۸
جدول ۱۱-۱- مزایا و معایب استفاده مجدد از پساب برای مصارف مختلف	۱۳۳

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۷-۱- سپتیک تانک	۷۶
شکل ۷-۲- هاضم بیوگاز	۷۸
شکل ۷-۳- ایمهاف تانک	۷۹
شکل ۷-۴- رآکتور بافل‌دار (مانع‌دار) بی‌هوازی	۸۱
شکل ۷-۵- فیلترهای بی‌هوازی	۸۲
شکل ۷-۶ - برکه‌های تثبیت فاضلاب	۸۵
شکل ۷-۷- لاگون‌های هوادهی	۸۷
شکل ۷-۸- طرح‌های مختلف برکه و لاگون	۸۸
شکل ۷-۹- وتلندهای ساخته شده یک مرحله‌ای	۹۰
شکل ۷-۱۰- وتلندهای ساخته شده چندگانه (هیبریدی)	۹۱
شکل ۷-۱۱- رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا	۹۲
شکل ۸-۱۲- لجن فعال – هوادهی گسترده	۹۵
شکل ۷-۱۳- رآکتور ناپیوسته متوالی	۹۶
شکل ۷-۱۴- صافی چکنده	۹۷
شکل ۷-۱۵- تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان	۹۹
شکل ۷-۱۶- سامانه UASB به همراه برکه تثبیت فاضلاب	۱۰۱
شکل ۷-۱۷- سامانه UASB به همراه صافی چکنده	۱۰۳
شکل ۷-۱۸- گندزدایی با پرتو فرابنفش	۱۰۴
شکل ۷-۱۹- گندزدایی با کلر	۱۰۵
شکل ۷-۲۰- برکه‌های تکمیلی	۱۰۶
شکل ۷-۲۱- فیلتر سنگی	۱۰۷
شکل ۷-۲۲- فیلتر چرخان دیسکی	۱۰۸
شکل ۹-۱- نمای شماتیک سامانه‌های دفع پلکانی	۱۲۰
شکل ۹-۲- نمای شماتیک فیلتر ماسه‌ای متناوب – نوبه‌ای	۱۲۲
شکل ۹-۳- شمای فیلترماسه‌ای متوالی با بازچرخش	۱۲۳
شکل ۹-۴- سامانه تصفیه فاضلاب به روش پشته‌ای	۱۲۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

حفاظت از محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی و تخریب آن از مهم‌ترین عوامل دستیابی به توسعه پایدار محسوب می‌شود و دستیابی به چنین امری نیازمند پیش‌نیازهایی از پژوهش، آموزش و دسترسی به اطلاعات دقیق و به‌روز می‌باشد.

همانند جوامع بزرگ و شهری، در جوامع کوچک و روستایی به ویژه مناطقی که سامانه‌ای برای دفع فاضلاب وجود ندارد و یا سامانه موجود از کارایی لازم برخوردار نیست، دفع و تخلیه فاضلاب تصفیه نشده به محیط، می‌تواند آلودگی منابع آب و خاک و همچنین شیوع بیماری‌های مختلف را به دنبال داشته باشد که در برخی موارد اثرات و پیامدهای آن حتی فراتر از محدوده جغرافیایی آن جامعه خواهد بود. در این بین جوامع روستایی و به طور کلی جوامع کوچک به دلیل ساختار اجتماعی و استفاده بیش‌تر از محیط طبیعی از لحاظ بهداشتی و کنترل فاضلاب از حساسیت بیش‌تری برخوردار می‌باشند.

از جمله موضوعات اصلی ناشی از مشکلات آب در جوامع کوچک و روستایی می‌توان به کمبودهای مکانی و زمانی منابع آب، آلودگی منابع آب و افزایش بیماری‌های قابل انتقال، مدیریت نامناسب منابع آب و عمدتاً نبود روش‌های مناسب و پایدار برای مدیریت فاضلاب اشاره نمود.

با توجه به تعداد قابل توجه جوامع کوچک و روستایی در کشور و نیز ضرورت دسترسی آن‌ها به آب کافی و با کیفیت مناسب، توجه ویژه به موضوعات آب و فاضلاب در این جوامع از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد و بر این اساس مدیریت کیفی و کمی فاضلاب تولید شده در این جوامع را در اولویت دیدگاه‌های حاکمیتی و مدیریتی کشور قرار داده است.

در حال حاضر در سطح جهان تخلیه کنترل نشده فاضلاب‌ها مشکلات عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، خاک و هوا، مشکلات بهداشتی، اختلال در اکوسیستم منطقه، تغییرات تراز آب زیرزمینی و آثار نامطلوب روی کیفیت منابع آب آشامیدنی را باعث گردیده که جبران آثار زیانبار و خسارت‌های سنگین مالی و اقتصادی آن، مستلزم صرف هزینه‌های بالا می‌باشد. از طرف دیگر جمع‌آوری، انتقال و تصفیه فاضلاب به شکل مناسب نه تنها می‌تواند به رفع مشکلات فوق کمک نماید، بلکه به دلیل کم بودن منابع آب شیرین، می‌توان از پساب تصفیه شده در کشاورزی و صنعت بهره گرفت که از این نظر تصفیه فاضلاب و استفاده مجدد از آن حائز اهمیت می‌باشد.

با توجه به موارد فوق، تفاوت‌های اساسی بین جوامع روستایی و شهری به ویژه در جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی موجب شده تا انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از گزینه مناسب هم در بخش جمع‌آوری و هم در بخش تصفیه با مسائل مختلفی روبرو باشد. استفاده از دانش و تجربه کشورهای دیگر به همراه تجربیات دردسترس و موجود از اجرای سامانه‌های مختلف جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در کشور و همچنین راهکارها و فناوری‌های نوین، می‌تواند به حل مشکلات موجود در این زمینه به‌خصوص در جوامع کوچک و روستایی کمک قابل توجهی نماید. در انتخاب روش مناسب دفع فاضلاب، ارزیابی‌های فنی قبل از انتخاب روش تصفیه و دفع بهداشتی در این جوامع اولین و مهم‌ترین گام بوده و چه بسا یک ارزیابی نادرست سبب ناکارآمدی سامانه به علت عدم مقبولیت در جامعه می شود و بهره‌گیری از آن روش را با شکست روبرو می‌کند. بنابراین ارزیابی‌ها می‌بایست به صورت کاملاً فنی و تخصصی با ذکر جزئیات صورت پذیرد تا کلیه

omoorepeyman.ir

عوامل تأثیرگذار بر روند انتخاب، بهره‌برداری و راهبری سامانه مورد توجه قرار گرفته و در ادامه از بروز وضعیت ناخواسته و شکست طرح جلوگیری به عمل آید.

براساس مطالب بیان شده و همانگونه که اشاره شد، با وجود پر تعداد جوامع کوچک و روستایی در کشور و لزوم توجه به دفع مؤثر و بهداشتی فاضلاب در این مناطق، ضرورت تدوین ضابطه‌ای برای معرفی و انتخاب روش مناسب برای مدیریت فاضلاب در این مناطق احساس می‌شود.

مجموعه حاضر، ضابطه‌ای برای بررسی ضرورت و اولویت جوامع کوچک برای پیاده‌سازی روش‌های مدیریت فاضلاب در آن‌ها و در ادامه انتخاب روش مناسب و مؤثر برای دستیابی به این هدف می‌باشد. باید توجه داشت که هر چند این ضابطه در مواردی به بیان برخی جزئیات مهم و الزامی در زمینه طراحی می‌پردازد، لیکن پوشش کامل استانداردهای تفصیلی در دامنه این ضابطه نمی‌باشد.

- هدف و دامنه کاربرد

حدود این ضابطه فراهم‌کردن معیارهای روشن و قابل درک درخصوص تصمیم‌گیری در مورد روند مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی و کمک به مهندسان و مدیران جهت شناخت راه‌حل‌های ممکن از نظر فنی و در تطابق با اولویت‌های جامعه می‌باشد.

اهداف ویژه این ضابطه عبارتند از:

- آشنایی با جوانب مدیریت فاضلاب روستایی و جوامع کوچک و روستایی براساس تجربیات موجود در کشور و جهان
- آشنایی با انواع سامانه‌های مختلف تصفیه فاضلاب روستایی و جوامع کوچک و روستایی(سامانه‌های متمرکز و غیرمتمرکز) و معرفی گزینه‌های مناسب و مقرون به صرفه برای مدیریت فاضلاب برای اجتماعات کوچک
- ارائه معیارها و شاخص‌هایی برای تصمیم‌گیری در مورد سامانه مناسب تصفیه فاضلاب با توجه به شرایط مختلف هر ناحیه و معرفی مزایا و معایب هر روش
- آشنایی با فرایندها و روش‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی در هر کدام از سامانه‌ها با توجه به ویژگی‌های هر روش و انتخاب روش مناسب با توجه به شرایط محلی
- آشنایی با مدیریت لجن، انتخاب روش و دفع نهایی لجن در جوامع کوچک
- آشنایی با روند استفاده مجدد از پساب و لجن در جوامع روستایی

در این ضابطه با بهره‌گیری از تجربیات برخی از کشورها در پیاده‌سازی روش‌های مختلف، این روش‌ها معرفی و شاخص‌های انتخاب هر یک از آن‌ها در راستای صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرایی و بهره‌برداری ارائه می‌گردد.

omoorepeyman.ir

دامنه کاربرد این ضابطه برای جوامع کوچک و روستایی مانند روستاها، شهرک‌های مسکونی و مشابه آن‌ها قابل توصیه می‌باشد. موارد مطرح شده در این ضابطه برای طراحی جزئیات سامانه‌های مورد اشاره تدوین نگردیده و همچنین جزئیات طراحی و مصالح و قطعات مورد نیاز سامانه را مشخص نمی‌نماید.

لازم به یادآوری می‌باشد اگرچه این ضابطه روشی را برای تعیین فرایندهای تصفیه فاضلاب مناسب برای جوامع کوچک توضیح می‌دهد، اما هدف آن ارائه پاسخ قطعی در مورد اینکه کدام روش تصفیه فاضلاب برای جامعه هدف «بهینه» است، نمی‌باشد. از این‌رو کاربر باید در مورد شرایط مختلف و تفسیر جنبه‌های مختلف بررسی شده توجه داشته باشد. همچنین ممکن است پس از بررسی روش پیشنهادی در این ضابطه، بیش از یک راه‌حل مناسب شناسایی شود و تحلیل دقیق‌تری(به ویژه در مورد هزینه‌ها) برای انتخاب نهایی ضروری باشد.

درنهایت در صورت نیاز به اضافه نمودن روشی علاوه بر روش‌های درج شده در این مجموعه، کاربر باید این روش‌های اضافی را با معیارهایی که در این ضابطه اعمال می‌شود ارزیابی نماید تا بتواند آن‌ها را با روش‌های از پیش معرفی شده در این مجموعه مقایسه نماید.

- مراجع الزامی

این ضابطه شامل ارجاعات به مفاد سایر ضوابط با ذکر تاریخ انتشار یا بدون ذکر تاریخ انتشار می‌باشد. ضوابط مرجع مذکور در محل‌های مناسب متن مورد استفاده قرار گرفته و لیست آن‌ها در ادامه این مطلب درج شده است. اصلاحات یا ویرایش‌های بعدی ضوابط دارای تاریخ انتشار، فقط در صورتی که همراه با انتشار اصلاحیه و یا درج درچاپ تجدیدنظر شده این ضابطه باشد کاربرد دارد.

در خصوص ارجاعات انجام شده به استانداردها و ضوابط بدون تاریخ انتشار، آخرین چاپ آن به کارگرفته شود.

۱- ضابطه شماره ۱۱۸ مبانی و ضوابط طراحی شبکه‌های فاضلاب و آب‌های سطحی (بازنگری نشریه‌های ۳-۱۱۸ و ۱۶۳)

۲- ضابطه شماره ۱۱۷ راهنمای طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی (بازنگری دوم)

۳- راهنمای مدیریت فاضلاب در مناطق روستایی چین، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۵

۴- مجموعه ضوابط شماره ۸۰۸ سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین شبکه‌های ثقلی

۵- نشریه شماره ۴۳۴- راهنمای مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی

6- Wastewater Treatment and Reuse, A Guide to Help Small Towns Select Appropriate Options. World Bank Group’s Water Global Practice, 2022

7- State of Kansas Department of Health and Environment, Minimum Standards for Design and Construction of Onsite Wastewater Systems, Bulletin 4-2, March 1997

8- Claudia Wendland, Andrea Albold, Sustainable and cost-effective wastewater systems for rural and peri-urban communities up to 10,000 PE, WECF, 2010

9- EPA, A guidebook for local officials on small community wastewater management options, 1987

10- Laco, Decentralized wastewater treatment system planning , 2016

omoorepeyman.ir

11- EPA, Handbook for managing onsite and clustered (Decentralized) wastewater treatment systems, 2005

omoorepeyman.ir

فصل ۱

اصطلاحات و تعاریف

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

در این ضابطه، تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود:

۱-۱- جوامع کوچک[۱]

جوامع با جمعیت کم که عموماً شامل مناطق روستایی و شهرک‌ها می‌شود.

۱-۲- دوره طرح[۲]

فاصله زمانی بین سال مبدأ(سال شروع بهره‌برداری) و سال مقصد(سال انتهای طرح)، دوره طرح نامیده می‌شود.

۱-۳- سامانه‌های تصفیه فاضلاب

مجموعه تأ سی سات و تجهیزات جهت جمع‌آوری، انتقال، ت صفیه و دفع فا ضلاب که برا ساس روش مدیریت فا ضلاب تولیدی عبارتند از:

- سامانه‌های تصفیه در محل[۳]

سامانه‌های گاهاً چند مرحله‌ای که فاضلاب تولید شده توسط یک یا چند ساختمان مجاور را جمع‌آوری، تصفیه و دفع می‌کنند. در این سامانه‌ها فاضلاب به جای جمع‌آوری و انتقال به تصفیه‌خانه جهت تصفیه، در همان محل تصفیه و عموماً در خاک دفع می‌شود.

- سامانه‌های تصفیه فاضلاب متمرکز[۴]

سامانه‌هایی که فاضلاب از محدوده تحت پوشش جمع‌آوری و برای تصفیه به تصفیه‌خانه مرکزی منتقل می‌شود.

- سامانه‌های تصفیه فاضلاب غیرمتمرکز[۵]

۱- Small Communities
۲- Project Horizon
۳- On-site Wastewater Treatment System
۴- Centralized Wastewater Treatment Systems
۵- Decentralized Wastewater Treatment Systems

omoorepeyman.ir

سامانه‌هایی که برای جمع‌آوری، تصفیه و دفع(یا استفاده مجدد) حجم نسبتاً کم فاضلاب در محل یا در نزدیکی محدوده تولید(شامل یک یا چند ساختمان، یک یا چندین محله و یا تأ سی سات یا منطقه صنعتی) مورد ا ستفاده قرار می‌گیرند.

۱-۴- شبکه فاضلاب ثقلی[۱]

نوعی از شبکه زهکشی یا فاضلاب است که در آن نیروی جاذبه زمین باعث حرکت فاضلاب در شبکه می‌گردد و خطوط این شبکه به گونه‌ای طراحی شده است که به جز در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب با قطر کم، به صورت غیر پر عمل می‌نمایند. (در شبکه جمع آوری فاضلاب با قطر کم که نوعی از شبکه‌های فاضلاب جایگزین می‌باشد در برخی قسمت‌ها شبکه ممکن است به صورت پر عمل نماید.)

۱-۵- سامانه جمع‌آوری فاضلاب خوشه‌ای[۲]

سامانه‌هایی که فاضلاب مجموعه‌ای از ساختمان‌ها را برای تصفیه در محل و یا انتقال به تصفیه‌خانه، جمع‌آوری می‌نماید.

۱-۶- شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب متعارف و جایگزین(غیرمتعارف)[۳]

شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب که عمل انتقال جریان را با استفاده از نیروی ثقل انجام می‌دهند، شبکه‌های جمع‌آوری متعارف و سایر انواع شبکه‌ها را جایگزین(غیرمتعارف) می‌نامند.

- شبکه جمع‌آوری فاضلاب با قطر کم[۴]

سامانه‌هایی که نسبت به شبکه فاضلاب متعارف دارای فاضلابروهایی با قطر کوچک‌تر می‌باشد. در این روش فاضلاب تهنشین شده از یک تانک جداکننده(یا سپتیک تانک) به محل تصفیه یا ایستگاه پمپاژ برای انتقال به سامانه‌ای دیگر منتقل می‌شود. در این روش به مسیر و راستای مستقیم و حفاری و خاکبرداری عمیق نیازمند نمی‌باشد و ممکن است با شیب‌های مختلفی که فقط اختلاف ارتفاع لازم در جهت مناسب را فراهم می‌کند، اجرا گردد.

- شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ساده شده[۵]

omoorepeyman.ir

۱- Gravity Sewer Network
۲- Cluster System
۳- Conventional and Alternative Sewer Systems
۴- Small Diameter Gravity Sewer- SDGS
۵- Simplified Wastewater System

یکی از روش‌های دفع فا ضلاب بهدا شتی خارج از محل ا ست که کلیه فا ضلاب‌های تولیدی از خانه‌ها را جمع‌آوری و منتقل می‌سازد. از دید مفهومی این فاضلابروها مشابه فاضلابروهای متعارف می‌باشند، اما ویژگی‌های طراحی که به صورت محافظه‌کارانه برای شبکه‌های متعارف در نظر گرفته می‌شود، برای آن‌ها لحاظ نمی‌شود و طراحی متناسب با شرایط محلی انجام می‌گیرد.

- شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت فشار[۱]

در این روش، فاضلاب با استفاده از نیروی ایجاد شده توسط پمپ‌ها به سمت محل جمع‌آوری هدایت می‌شود.

- شبکه جمع‌آوری فاضلاب مکشی[۲]

در این روش فاضلاب با استفاده از نیروی خلاء ایجاد شده در ایستگاه مرکزی، به سمت محل جمع‌آوری مکیده می‌شود.

۱-۷- فاضلاب

ترکیبی است از فاضلاب خام به علاوه هر نوع نشتاب و آب‌های نفوذی که به صورت اتفاقی وارد شبکه شده باشد.

- فاضلاب خانگی[۳]

پساب تولید شده در آشپزخانه، رخت‌شوی خانه، دستشویی و توالت، حمام و سایر تجهیزات مشابه مجموعاً فاضلاب خانگی خام را تشکیل می‌دهند.

- فاضلاب کشاورزی[۴]

هر نوع ماده زائد و مایع حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، دامداری و آبزی‌پروری

- فاضلاب صنعتی[۵]

هر نوع ماده زائد و مایع حاصل از فعالیت‌های صنعتی

۱- Pressure Sewer System
۲- Vacuum Sewer System
۳- Domestic Sewage
۴- Agricultural Wastewater
۵- Industrial Wastewater

omoorepeyman.ir

۱-۸- محیط‌زیست[۱]

محیطی که فرایند حیات را در بر گرفته و با آن برهم‌کنش دارد. محیط‌زیست از طبیعت، جوامع انسانی و نیز فضاهایی که با فکر و به دست انسان ساخته شده‌اند، تشکیل یافته است.

۱-۹- مصارف مجدد[۲]

هر نوع مصارف مرسوم که از پساب‌ها و آب‌های برگشتی به عمل می‌آید و شامل مصارف آبیاری، صنعتی، شیلات و آبزی‌پروری، مصارف دام و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، تفریحی، محیط‌زیست و حیات وحش می‌باشد.

۱-۱۰- نگهداری[۳]

مجموعه اقدامات و فعالیت‌هایی که به صورت منظم و دوره‌ای انجام می‌پذیرند تا شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه‌خانه فاضلاب عملکرد مطلوب خود را به صورت مستمر و پیوسته حفظ نمایند.

omoorepeyman.ir

۱- Environment
۲- Reuse
۳- Maintenance

فصل ۲

مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- کلیات

مدیریت فا ضلاب به‌کارگیری روش‌های منا سب جهت جمع‌آوری، ت صفیه و ا ستفاده مجدد از فا ضلاب در یک جامعه را شامل می شود. برر سی م ستندات و منابع علمی در کنار تجربیات سایر ک شورهای جهان ن شان می‌دهد که اکثر ک شورهای جهان، حتی برخی کشـورهای توسـعه یافته در مدیریت فاضـلاب در مناطق روسـتایی نسـبت به مدیریت فاضـلاب شـهری موفقیت کم‌تری داشته‌اند. انتخاب صحیح و مناسب سامانه تصفیه فاضلاب در یک جامعه روستایی مستلزم آگاهی از جوانب خاص محلی مانند شرایط جغرافیایی، فرهنگی، اقتصادی، فنی و ... و همچنین شناخت کافی از سامانه‌های بهدا شتی جهت دفع فاضـلاب در این‌گونه جوامع می‌باشـد. این آگاهی و شـناخت باعث می‌شـود که بررسـی جامع شـرایط خاص هر محل، سامانه مناسب انتخاب و اجرا گردد.

در این بخش، علاوه بر تجارب موجود، به طور خلاصه به قوانین و استانداردهای بین‌المللی پرداخته خواهد شد.

۲-۲- جوامع کوچک و روستایی

براساس تعریف ارائه شده از سوی EPA، جوامعی که جمعیتی کم‌تر از ۱۰ هزار نفر داشته باشند، به طوری که میزان فا ضلاب تولیدی آن‌ها در روز کم‌تر از ۳۷۸۵ مترمکعب(۱ میلیون گالن) با شد را می‌توان جزو جوامع کوچک و رو ستایی طبقه‌بندی نمود. در برخی کشـورها مانند اتریش و همچنین مجارسـتان، جوامع با جمعیت کم‌تر از ۲۰۰۰ نفر به عنوان جوامع کوچک در نظر گرفته می‌شوند.

این در حالی ا ست که در ک شور ایران و برا ساس قانون "تعاریف و ضوابط تق سیمات ک شوری"، رو ستا از حداقل ۲۰ خانوار یا ۱۰۰ نفر ساکن متمرکز یا پراکنده ت شکیل می شود. در مورد حداکثر جمعیت در جوامع رو ستایی معیارها برای تعیین یک سکونتگاه به عنوان شهر قبل از انقلاب اسلامی ۵ هزار نفر جمعیت بوده، تا اینکه در سال ۶۲ این معیار به ۱۰ هزار نفر تغییر کرد. این معیار تا زمان سر شماری سال ۶۵ مورد توجه بود و بعد از آن با تغییر مجدد به ۴ هزار تا ۶ هزار نفر تقلیل پیدا کرد؛ رو ستاها در ا ستان‌های پرتراکم در صورتی که شش هزار نفر جمعیت دا شته با شند به شهر تبدیل می‌شوند و روستاها در استان‌های کم تراکم مثل کرمان نیز در صورتی که چهار هزار نفر جمعیت داشته باشند تبدیل به شـهر خواهند شـد. اواخر سـال ۸۹ مجدداً معیار تبدیل روسـتا به شـهر به سـه هزار و ۵۰۰ نفر تغییر پیدا نمود. بنابراین محدوده جمعیتی روستا در این ضابطه ۱۰۰ تا ۳۵۰۰ نفر تعریف می‌شود.

اما در مورد جوامع کوچک با وجود آنکه تعریف جامع و مورد پذیرش کلیه کشورها در مورد میزان جمعیت جوامع کوچک وجود ندارد، اما لازم است بسته به میزان جمعیت و تراکم جمعیتی در سطح کشور، تعریفی برای طبقه‌بندی این نوع جوامع در نظر گرفته شود که به طور معمول در اکثر کشورها دامنه ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ نفر برای جوامع کوچک در نظر گرفته شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱- حدود تعریف شده برای جمعیت جوامع کوچک در برخی کشورهای جهان

منطقه	کشور	جمعیت
آفریقا	بنین	۲۰،۰۰۰ – ۲،۰۰۰
	اتیوپی	۶۰،۰۰۰ – ۲،۰۰۰
	موزامبیک	۱۰۰،۰۰۰ – ۲،۰۰۰
	اوگاندا	۲۵،۰۰۰ - ۵،۰۰۰
آسیا	بنگلادش	۲۰۰،۰۰۰ – ۲۵،۰۰۰
	هند	۵۰،۰۰۰ - ۱۰،۰۰۰
	اندونزی	۱۰۰،۰۰۰ - ۱۰،۰۰۰
	فیلیپین	۱۰۰،۰۰۰ - ۱۰،۰۰۰
اروپا	اروپای شرقی	۱۰،۰۰۰ - ۲،۰۰۰
آمریکای مرکزی و جنوبی	بولیوی	۲۰،۰۰۰ - ۲،۰۰۰
	اکوادور	۵۰،۰۰۰ - ۱۲،۰۰۰
	هائیتی	۱۰،۰۰۰ - ۳،۰۰۰
	هندوراس	۳۰،۰۰۰ – ۵،۰۰۰
	نیکاراگوئه	۵۰،۰۰۰ - ۲،۰۰۰
	پرو	۳۰،۰۰۰ - ۲،۰۰۰
آفریقای شمالی	مراکش	۵۰،۰۰۰ - ۱۰،۰۰۰
	تونس	۵۰،۰۰۰ - ۲،۰۰۰

البته لازم به ذکر است که در مورد جوامع کوچک شاخص‌های دیگری نظیر داشتن زیرساخت‌ها و یا نزدیکی به مراکز استانی و دسترسی به راه‌های ارتباطی نیز مؤثر می‌باشند که باید در نظر گرفته شوند.

جوامع کوچک مورد نظر در این ضابطه آن‌هایی می‌باشند که از نظر تعریف بیش‌تر به روستا نزدیک هستند تا نسبت به شهر و جوامع شهری. همچنین این جوامع، مناطق حاشیه شهر و شهرک‌هایی که دارای جمعیتی در محدوده جمعیت روستایی می‌باشند را نیز شامل می‌شوند و همان‌طور که بیان شد باید در محدوده جمعیتی ۱۰۰ تا ۳۵۰۰ نفر قرار داشته باشند.

۲-۳- مسائل و چالش‌های اصلی مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

بررسی وضعیت مناطق شهری و روستایی نشان می‌دهد در بیش‌تر نقاط جهان، مناطق شهری سریع‌تر از مناطق روستایی در حال رشد هستند. این نرخ رشد سریع در جوامع شهری نیاز به برنامه‌ریزی منعطف‌تر و انطباق‌پذیرتر برای گسترش مداوم جمعیت و شهر را ایجاد می‌کند.

این رویکرد تطبیقی برای برنامه‌ریزی می‌تواند در جوامع کوچک که کم‌تر توسعه یافته‌اند، چالش برانگیز باشد. در این مناطق، خدمات آب و فاضلاب در برخی موارد توسط افراد محلی مدیریت شود که این روند می‌تواند در سال‌های آتی مشکلاتی را ایجاد نماید. در جوامع کوچکی که قبلاً رشد صنعتی را تجربه کرده‌اند یا صنعت خاصی در آنجا قرار گرفته است، انتخاب تکنولوژی تصفیه متاثر از نوع صنایع خواهد بود. علاوه بر این، نوع صنعت در یک جامعه کوچک نه تنها بر روش تصفیه، بلکه بر نوع استفاده مجدد از پساب تصفیه شده نیز تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، هر دو بخش معدن و

omoorepeyman.ir

کشاورزی ممکن است از فاضلاب تصفیه شده استفاده کنند، اما استانداردهای کیفیت پساب برای هر کدام متفاوت خواهد بود.

سایر چالش‌های مهم موجود در این زمینه که باید در مدیریت فاضلاب این جوامع مورد توجه قرار گیرند عبارت است از:

- مشکلات ناشی از عوامل ساختاری روستاها شامل: تعداد زیاد روستاهای کشور، پراکندگی آن‌ها، تعداد و تراکم نامناسب جمعیت و تفاوت زیاد در توسعه یافتگی روستاها که اجرای طرح‌ها به خصوص طرح‌های فاضلاب را با مشکل روبرو می‌کند.
- درجه تصفیه: همانند جوامع شهری برای دفع پساب در آب‌های سطحی درجه تصفیه باید مشخص باشد. یعنی به همان میزانی که در جوامع شهری فاضلاب تصفیه می‌شود، در جوامع کوچک و روستایی نیز باید تصفیه فاضلاب با همان درجه باشد.
- نبود یا ناکافی بودن ارزیابی سامانه فاضلاب به خصوص سامانه‌های تصفیه در محل و یا پساب خروجی از سامانه
- محدودیت‌های مالی شامل کمبود اعتبارات اختصاص یافته، درآمد پایین جامعه، کسب درآمدهای مالیاتی، صنعتی و تجاری کم‌تر و عدم اطمینان از سرمایه‌گذاری در این مناطق
- بالا بودن هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی و همچنین محدودیت در امکانات و تجهیزات تخصصی بهره‌برداری و نگهداری در این مناطق
- مشکلات موجود در زمینه نظارت و ارزیابی‌های لازم به دلیل تعداد زیاد روستاها، بعد مسافت زیاد و عدم دسترسی سریع
- شرایط خاص فرهنگی و اجتماعی در برخی روستاها
- ضعف در برنامه‌های اجرایی و مدیریتی از جمله عدم توجه به شرایط محیطی و انتخاب روش نامناسب، عدم وجود برنامه‌های آموزشی همگانی و عمومی در استفاده از سامانه فاضلاب، عدم آموزش‌های کافی و مناسب در زمینه لزوم صرفه‌جویی در مصرف آب و امکان استفاده مجدد از آب برای برخی مصارف، کنترل‌های ناکارآمد سامانه‌های بهره‌برداری و نگهداری
- کمبود مستندات قانونی
- کمبود پرسنل آموزش دیده و دارای مهارت
- عدم تطبیق دستورالعمل‌ها و استانداردها با شرایط محلی و یا عدم وجود استانداردها و دستورالعمل‌ها برای برخی فعالیت‌ها مانند دفع لجن

omoorepeyman.ir

۲-۴- قوانین و استانداردهای بین‌المللی و تجارب سایر کشورها درخصوص تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

پیاده‌سازی روش‌های مختلف مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی شامل روش‌های مختلف جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب نشان داده است که هر کدام از آن‌ها شرایط به کارگیری و الزامات ویژه‌ای را دارد و انتخاب مناسب‌ترین روش نیازمند توجه به شرایط جغرافیایی منطقه، میزان جمعیت، حجم فاضلاب تولیدی، سطح آگاهی مردم جامعه و ... می‌باشد تا سامانه به خوبی عمل نموده و پروژه با شکست مواجه نشود. همواره باید در نظر داشت که یک سامانه موفق و پایدار، گستره وسیعی از معیارهای زیست محیطی، فنی و اجتماعی را پوشش می‌دهد و به همین دلیل است که برخی تجربیات الگو برداری شده از دیگر کشورها با شرایط کشور دیگر سازگاری ندارد.

در این بین بدون شک آشنایی با تحقیقات و فعالیت‌های انجام شده و روش‌های پیاده‌سازی شده برای جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب در جوامع کوچک و مناطق روستایی در کشورهای مختلف می‌تواند در تصمیم‌گیری و انتخاب روش صحیح و مناسب مدیریت فاضلاب برای چنین مناطقی مفید باشد. از این‌رو در این فصل روند و روش‌های مختلف مورد استفاده برای جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی در برخی کشورها ارائه خواهد شد. نکته قابل توجه در این میان این است که طی سال‌های اخیر در اکثر کشورها تمایل به استفاده از روش‌های ساده و ارزان قیمت برای جمع‌آوری و سامانه‌های طبیعی برای تصفیه فاضلاب مناطق روستایی افزایش پیدا کرده است.

جدول ۲-۲- تجربیات کشورهای جهان در زمینه مدیریت فاضلاب جوامع روستایی

کشور	سال	اقدامات انجام گرفته جهت مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی
آمریکا	اواسط قرن ۱۹	از اواسط قرن نوزدهم کشور آمریکا شروع به رسیدگی به مشکل تصفیه فاضلاب خانگی روستایی و بعدها احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب خانگی کرد. در ابتدا در مناطق روستایی روش توالت‌های بیرون از خانه مورد استفاده قرار گرفت و در سال‌های بعد از آن چاله‌های فضولات، سپتیک تانک‌ها و تأسیسات تصفیه‌خانه‌ای غیرمتمرکز به‌کار گرفته شد. در دهه ۱۹۶۰ میلادی تقریباً روش‌های مدیریت فاضلاب به صورت خانگی در مناطق روستایی عمومیت پیدا کرد و تا دهه ۱۹۸۰ میلادی به تدریج خانه‌های روستایی دارای سیستم دفع فاضلاب شدند. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، برای تصفیه فاضلاب در اکثر مناطق روستایی از سپتیک تانک‌ها و برکه‌های تثبیت استفاده شده است. اما با عمومیت سیستم‌های دفع فاضلاب بخصوص سپتیک تانک‌ها، از اواخر دهه ۱۹۸۰ به دلیل نشت فاضلاب از آن‌ها به سفره‌های آب زیرزمینی، چالش‌های جدی برای استفاده از این روش برای دفع فاضلاب مطرح گردید.
ژاپن	۱۹۶۰	با توجه به وسعت کم، جمعیت زیاد و کمبود منابع آب، از همان ابتدایِ رواج سیستم‌های فاضلاب در کشور ژاپن، تقاضای قابل توجهی برای تصفیه فاضلاب خانگی روستایی وجود داشت. از اواخر دهه ۱۹۶۰ در این کشور سیستم Johkasou که نوعی سیستم تصفیه فاضلاب غیرمتمرکز برای تصفیه و بازیابی فاضلاب خانگی و صنعتی بود، مورد استفاده قرار گرفت.
هند	۱۹۷۰	از جمله معیارهای اصلی در انتخاب نوع روش دفع فاضلاب در کشور هند سطح آب زیرزمینی می‌باشد. درصورتی‌که سطح آب زیرزمینی پایین باشد عمدتاً از روش چاه جذبی، توالت‌های چاهکی و گودالی و همچنین سپتیک تانک‌های همراه با چاه جذبی یا ترانشه‌های جذبی استفاده می‌شود. همچنین در مناطقی که زمین کافی در دسترس باشد از برکه‌های تثبیت که پساب آن‌ها در تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، مصارف کشاورزی، پرورش ماهی و تولید جلبک به کار می‌رود، بهره گرفته می‌شود. در این کشور در بسیاری موارد از فاضلاب انسانی به همراه فضولات حیوانی برای تولید بیوگاز و کود با هدف به‌کارگیری در کشاورزی استفاده می‌شود. براساس تحقیقاتی که در این کشور انجام گرفته، مشخص شده است که هزینه احداث تصفیه‌خانه‌های لجن فعال متعارف ۵ برابر هزینه‌های مورد نیاز برای برکه تثبیت می‌باشد.
فنلاند	۱۹۵۰	در ابتدا بیش‌تر از نیزارهای مصنوعی برای تصفیه فاضلاب استفاده می شد. اما در ادامه به تدریج روش‌های دیگری مانند حوضچه‌های اکسیداسیون و سامانه‌های مختلف لجن فعال مورد استفاده قرار گرفتند.

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۲-۲- تجربیات کشورهای جهان در زمینه مدیریت فاضلاب جوامع روستایی

کشور	سال	اقدامات انجام گرفته جهت مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی
کره جنوبی	۱۹۷۰	در این کشور برای تصفیه فاضلاب انسانی در روستاها، عمدتاً از چاه‌های جذبی و سپتیک تانک‌ها استفاده می‌شود.
گواتمالا	۱۹۷۶	پس از زلزله در این سال، از روش‌های ساده و اصلاح شده توالت‌های ۲ چاهه برای دفع فاضلاب مناطق کم جمعیت بهره‌گیری شد.
نروژ	۱۹۷۰	برای تصفیه فاضلاب مناطق روستایی عمدتاً از سپتیک تانک‌ها و برکه‌های تثبیت استفاده می‌شد. اما پس از آن برنامه‌های وسیعی برای امکان استفاده از سایر روش‌ها اجرا شد. علیرغم اجرای تصفیه‌خانه‌هایی از نوع سامانه لجن فعال، دیسک‌های بیولوژیکی چرخان و ... در این کشور، توجه به سامانه‌های طبیعی تصفیه فاضلاب مورد توجه قرار گرفت و به استفاده از نیزارهای مصنوعی و برکه‌های تثبیت توجه بیش‌تری شد.
فرانسه	۱۹۸۰	از حدود ۱۴۰۰ برکه برای تصفیه فاضلاب که عمدتاً در مناطق روستایی احداث شده بودند، بهره‌گیری می‌شد که متوسط مساحت هر یک از آن‌ها در حدود ۵۵۰۰ مترمربع بوده است.
آلمان	۱۹۸۰	در این کشور بررسی صورت گرفته در اواخر دهه میلادی نشان داد که از برکه‌های تثبیت(برکه‌های اختیاری ۱۰۰۰ عدد، برکه‌های هوادهی شده ۳۰۰ عدد و ترکیب برکه تثبیت با صافی چکنده یا دیسک‌های بیولوژیکی چرخان ۱۰۰ عدد) برای تصفیه فاضلاب مناطق روستایی استفاده می‌شد.
کشورهای جنوبی قاره آفریقا	۱۹۸۰	در روستاهایی که مشکلات ناشی از عدم دفع بهداشتی فاضلاب به صورت حاد وجود داشته است، در اواخر دهه میلادی به منظور حفاظت از منابع آب و دستیابی به استانداردهای کیفیت دفع پساب، عمدتاً از برکه‌های تثبیت و نیزارهای مصنوعی به عنوان روش‌های طبیعی استفاده شده است.
زلاندنو	دهه ۱۹۹۰ به بعد	برای دفع فاضلاب مناطق روستایی عمدتاً از سپتیک تانک به همراه ترانشه، بسترهای جذبی و سامانه‌های تبخیری استفاده می‌شود.
چین	دهه ۱۹۹۰ به بعد	از مواد زائد آلی طبیعی برای حاصلخیز نمودن خاک به طور گسترده استفاده می‌شود. معمولاً در این کشور فضولات را پس از ۴ هفته نگهداری مصرف می‌کنند تا تخم کرم‌ها از بین رفته باشد. اما برخلاف سایر کشورها، در کشور چین توجه به فاضلاب مناطق روستایی و پیاده‌سازی راهکارهایی برای تصفیه یا دفع بهداشتی آن‌ها از اوایل قرن ۲۱ مورد توجه قرار گرفت.
ترکیه	دهه ۱۹۹۰ به بعد	از فاضلاب تصفیه شده برای اهداف کشاورزی و تفریحی خصوصاً در فصول گرم سال مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مناطق روستایی این کشور از روش‌های برکه تثبیت و لجن فعال برای تصفیه فاضلاب استفاده می‌گردد.
آفریقای جنوبی	دهه ۱۹۹۰ به بعد	از روش نیزارهای مصنوعی برای تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی به عنوان یک روش ارزان قیمت استفاده می‌گردد.
فرانسه	دهه ۱۹۹۰ به بعد	در تعدادی از روستاها که مشکل زمین وجود داشت و همچنین فاصله خانه‌ها از هم زیاد بود، برای تصفیه فاضلاب از سپتیک تانک به همراه فیلتر ماسه‌ای استفاده می‌شد. بررسی‌های صورت گرفته در مورد میزان اثربخشی این روش نشان دادند که راندمان حذف مواد آلی در این روش ترکیبی، بیش از ۹۰ درصد بوده است که این نشان از کارایی بالای روش در پیش گرفته شده در این مناطق بود.
دانمارک	دهه ۱۹۹۰ به بعد	در این کشور عمده‌ترین روش مورد استفاده برای مدیریت فاضلاب در مناطق روستایی و کم جمعیت(با جمعیت حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ نفر) برکه‌های تثبیت، صافی‌های شنی بیولوژیک و نیزارهای مصنوعی می‌باشد که البته صافی‌های شنی برای جمعیت‌های زیر ۵۰۰ نفر به کار گرفته می‌شد. در همین برهه در کشور فرانسه حدود ۳ میلیون واحد سپتیک تانک برای تصفیه فاضلاب حدود ۱۰ میلیون نفر در جوامع کوچک و روستایی مورد بهره‌برداری قرار داشت.
مصر	دهه ۱۹۹۰ به بعد	تحقیقاتی با هدف شناسایی راهکارهایی مناسب برای دفع فاضلاب مناطق روستایی انجام گرفت که نتایج نشان دادند روش‌های برکه تثبیت، لاگون هوادهی شده، کانال اکسیداسیون، رآکتور با فیلم چسبیده مستغرق و سامانه‌های پیش ساخته هوادهی گسترده برای این مناطق مناسب می‌باشند. در ادامه این تحقیق، این روش‌ها در ۲۴ روستا پیاده سازی گردید و سامانه‌های فوق از نظر زمین موردنیاز، امکان استفاده از امکانات محلی، هزینه‌های طراحی و اجرا و همچنین مشکلات راهبری و نگهداری مورد مقایسه قرار گرفتند. مقایسه برتری برکه تثبیت و به دنبال آن لاگون هوادهی شده نسبت به رآکتور مستغرق، کانال اکسیداسیون و سامانه هوادهی گسترده را در زمینه‌های هزینه‌های طراحی، بهره‌برداری و نگهداری و همچنین نیازهای آموزشی نشان داد و همان‌گونه که انتظار می‌رفت از نظر زمین مورد نیاز و هزینه‌های مربوط به تأمین آن برکه تثبیت بیش‌ترین سرمایه‌گذاری را طلب می‌کرد.
ژاپن	۱۹۹۵	استفاده از فناوری‌های جدید از جمله فرایندهای یکپارچه و پیش ساخته لجن فعال برای تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی رواج گرفت.

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۲-۲- تجربیات کشورهای جهان در زمینه مدیریت فاضلاب جوامع روستایی

کشور	سال	اقدامات انجام گرفته جهت مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی
زیمباوه	اواخر قرن بیستم	عمده روش‌های مورد استفاده برای دفع فاضلاب در مناطق روستایی تصفیه فاضلاب در محل با استفاده از توالت‌های گودالی و تصفیه فاضلاب دور از محل به صورت جمع‌آوری پساب حاصل از سپتیک تانک‌ها با استفاده از شبکه‌های کم عمق و با قطر کوچک و در نهایت تصفیه با ترانشه‌های جذبی و سایر روش‌های طبیعی انجام می‌گیرد.
ایتالیا	اواخر قرن بیستم	آمار منتشر شده در این کشور در نشان داد که بیش از ۴ هزار تصفیه‌خانه با ظرفیت تحت پوشش هر کدام کم‌تر از ۵ هزار نفر وجود دارد که ۲۲۵۰ واحد از آن‌ها دارای جمعیت تحت پوشش کم‌تر از هزار نفر می‌باشند. به دلیل کم بودن زمین در دسترس برای احداث تصفیه‌خانه، برکه‌های تثبیت در این کشور از مقبولیت چندانی برخوردار نمی‌باشد و تصفیه‌خانه‌ها عموماً با روش‌های بیولوژیکی به خصوص لجن فعال با هوادهی گسترده مورد بهره‌برداری قرار دارند. همچنین دیسک‌های بیولوژیکی چرخان نیز در این کشور به دلیل نیاز به انرژی، زمین و نگهداری کم مورد توجه می‌باشد.
مجارستان	اواخر قرن بیستم	تعداد زیادی از ساکنین مناطق روستایی برای دفع فاضلاب از سامانه‌های سپتیک تانک‌ها و توالت‌های گودالی استفاده می‌کنند. همچنین استفاده از صافی‌های چکنده و حوضچه‌های اکسیداسیون برای برخی مناطق مورد استفاده قرار گرفته است. در این کشور با توجه به شرایط آب و هوایی استفاده از برکه‌های تثبیت برای تصفیه فاضلاب مناسب نمی‌باشد.
پرتغال	اواخر قرن بیستم	در این کشور درخصوص استفاده از برکه‌های تثبیت، حوضچه‌های اکسیداسیون و سامانه‌های تصفیه با استفاده از زمین مطالعاتی صورت گرفت و این سامانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
لهستان	۲۰۱۳ به بعد	در این کشور واحدهای تصفیه‌ای با دبی کمتر از ۵۰۰ متر مکعب در روز جزو تصفیه‌خانه‌های جوامع کوچک طبقه‌بندی می‌شود. در این واحدهای تصفیه، در جریان‌های کمتر از ۵ متر مکعب در روز صرفاً از سپتیک تانک و در ادامه بهره‌گیری از سیستم‌های زهکش و دفع در خاک استفاده می‌شود. در صورت جمع‌آوری فاضلاب بعد از ستپیک تانک جهت تغذیه مجاری سطحی، سایر سیستم‌های تصفیه‌ای مانند استفاده از روش های برکه، MBBR و لجن فعال به صورت متمرکز اجرا شده است. در جریان‌های بیشتر از ۵ متر مکعب در روز و کمتر از ۵۰۰ متر مکعب در روز پس از سپتیک یا ایمهاف تانک، سیستم‌های بیولوژیکی از جمله وتلند، MBBR، لجن فعال و روش‌های ترکیبی به صورت متمرکز مورد استفاده می‌باشد.
ترکیه	۲۰۱۹ به بعد	در این کشور سیستم‌های غیرمتمرکز نقش بزرگی در تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی دارند. ارزیابی کامل بر اساس ظرفیت و عملکرد سیستم‌های تصفیه فاضلاب موجود در مناطق روستایی نشان داد که تعدادی از این سیستم‌ها در حد مطلوب خود کار نمی‌کنند. در اینگونه جوامع یک سیستم راکتور متوالی(SBR) تا جمعیت ۲۵۰۰ نفر را تحت پوشش قرار می‌دهد. همچنین در تعدادی از مطالعات موردی سیستم تصفیه نی‌زار ترکیبی با ظرفیت جمعیت تحت پوشش ۵۰۰ نفر طراحی شده است. نتایج مطالعات نشان داد که در ترکیه سیستم‌های تصفیه طبیعی همانند نی‌زار برای جمعیت‌های کم‌تر از ۵۰۰ نفر بسیار مناسب می‌باشد.
اردن	۲۰۲۰ به بعد	کشور اردن یک کشور کوچک با مساحت ۹۰۰۰۰ کیلومترمربع می‌باشد. در این کشور ۷۸ درصد جمعیت کل در شهرها و ۲۲ درصد جمعیت کل در روستاها زندگی می‌کنند. در این کشور سیستم مدرن جمع‌آوری فاضلاب از سال ۱۹۳۰ میلادی شروع به کار کرده است. در این سیستم قبل از تخلیه فاضلاب به باغ‌ها از مخازن سپتیک استفاده می‌شده است. در سال ۲۰۲۰ میلادی اردن دارای ۱۶ جامعه روستایی با جمعیت ۶۰۰۰۰ تا ۱۲۳۰۰۰ نفر تحت پوشش سیستم‌های فاضلاب بوده است. در این جوامع سرانه آب مصرفی ۹۰ لیتر در شبانه‌روز بازای هر نفر بوده است.
مجارستان	۲۰۲۰ به بعد	در این کشور ۱۷ درصد جمعیت در جوامع زیر دو هزار نفر و ۸۳ درصد جمعیت این کشور در جوامع بالای دو هزار نفر زندگی می‌کنند. همچنین ۷۶/۷ درصد سکونتگاه‌های زیر دو هزار نفر و ۲۳/۳ درصد مربوط به سکونتگاه‌های بالای دو هزار نفر می‌باشد. تعداد ۸۱۱۰۶۹۲ نفر در جوامع بالای دو هزار نفر و ۱۶۶۲۰۶۴ نفر در جوامع زیر دو هزار نفر سکونت دارند.
اتریش	۲۰۲۱ به بعد	در این کشور از ۲۹۳۶۹ واحد تصفیه‌ای، فقط ۶۳۳ واحد برای جمعیت بالای ۲۰۰۰ نفر طراحی و اجرا شده‌اند و مابقی جمعیتی کمتر از ۲۰۰۰ نفر را تحت پوشش دارند.

omoorepeyman.ir

۲-۵- دفع فاضلاب در جوامع روستایی ایران

براساس آمارگیری سراسری سال ۱۳۹۵ از جمعیت حدود ۸۰ میلیون نفری کشور، حدود ۲۱ میلیون نفر معادل ۲۶ درصد در حدود ۶۲ هزار آبادی سکونت دارند که از این تعداد تا انتهای سال ۱۳۹۹، تعداد ۷۰ روستا با جمعیت بالغ بر ۹۷ هزار نفر تحت پوشش سامانه‌های دفع بهداشتی فاضلاب قرار داشتند که این میزان حدود ۰/۴۷ درصد جمعیت کل روستایی کشور را شامل می‌شد. در این ۷۰ روستا در مجموع حدود ۲۱ هزار انشعاب فاضلاب واگذار و فاضلاب تولیدی آن‌ها با ۱۱۰۰ کیلومتر شبکه و ۱۵۰ کیلومتر خط انتقال، جمع‌آوری و منتقل می‌گردید.

براساس برنامه‌های توسعه چهارم و چشم انداز ۲۰ ساله کشور مقرر بود درصد تحت پوشش جمعیت روستایی کشور از تأسیسات فاضلاب به ۸ درصد در انتهای برنامه چهارم و ۳۰ درصد در سال ۱۴۰۴ افزایش یابد که درصد کنونی پوشش سامانه‌های دفع فاضلاب نشان‌دهنده عقب بودن توسعه سامانه‌های فاضلاب در این جوامع می‌باشد.

بررسی روند توسعه سامانه‌های فاضلاب در جوامع روستایی نشان می‌دهد طی سال‌های گذشته، تعداد روستاهای تحت پوشش فاضلاب از ۴۶ روستا و جمعیت ۶۲ هزار نفر در سال ۱۳۹۲ به ۷۰ روستا با جمعیت ۹۷ هزار نفر تا انتهای سال ۱۳۹۹ و ۱۳۵ هزار نفر تا پایان سال ۱۴۰۲ رسیده است.

در میان استان‌های کشور، استان‌های آذربایجان غربی، کردستان، همدان، کرمانشاه و اصفهان دارای بیش‌ترین جمعیت تحت پوشش فاضلاب در جوامع روستایی و ۸ استان فاقد هرگونه انشعاب فاضلاب در بخش روستایی می‌باشند.

در راستای اجرای قانون برنامه ششم و افزایش شاخص بهره‌مندی جمعیت روستایی کشور از سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، اجرای پروژه فاضلاب روستایی به صورت پایلوت با استفاده از تسهیلات بانک توسعه اسلامی در دستور کار قرار گرفت و مجوز شورای اقتصاد در سال ۱۳۸۹ اخذ گردید.

بر اساس نتایج مطالعات اولویت‌بندی روستاهای کشور بر مبنای نیاز آن‌ها به تاسیسات فاضلاب که توسط شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور انجام گرفت، بالغ بر ۸۰۰ روستا با مسائل حاد محیط زیستی و بهداشتی شناسایی شد که نیاز به اقدام سریع برای جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب داشتند. این روستاها اکثراً یا در بالادست منابع تأمین آب شهرها و یا مجاورت رودخانه‌های اصلی کشور قرار داشتند و یا به دلیل سطح بالای آب‌های زیرزمینی و بافت سنگی زمین امکان دفع فاضلاب در چاه‌های جذبی وجود نداشت که باعث می‌شد فاضلاب در سطح روستا رهاسازی شود. با توجه به محدودیت منابع مالی، تعداد ۱۸۶ روستا از ۸۰۰ روستای مذکور برای اجرای طرح فاضلاب روستایی بر مبنای معیارهای شمول در بین دهک اول طرح اولویت‌بندی، نبود هر گونه محدودیت تملک اراضی جهت احداث تاسیسات فاضلاب و دارا بودن مطالعات فاز ۱ انتخاب شدند که پیش‌بینی می‌شود با اجرای کامل این طرح‌ها ۲/۵ درصد به شاخص بهره‌مندی روستایی کشور از خدمات فاضلاب افزوده شود.

omoorepeyman.ir

۲-۵-۱- شرایط موجود دفع بهداشتی فاضلاب در روستاهای کشور

براساس آخرین ارزیابی جامعی که در اواخر دهه ۱۳۸۰ در مورد روش دفع فاضلاب در حدود ۴۶۰۰ روستا صورت گرفت، مشخص شد که در این جوامع و به خصوص برای دفع فاضلاب‌های بهداشتی، استفاده از چاه‌های جذبی، گسترده‌ترین روش دفع فاضلاب بوده که در برخی موارد به شدت تهدیدکننده منابع آبی از لحاظ پتانسیل آلودگی بوده است. این روش در کشور به طور سنتی و برای سال‌های متمادی نه تنها در روستاها، بلکه در شهرها به عنوان متداول‌ترین روش مورد استفاده قرار می‌گرفته است. علاوه بر چاه‌های جذبی، استفاده از انباره نیز در برخی جوامع رواج داشته و درصد کمی از روستاها نیز از روش‌های دفع بهداشتی مانند شبکه و سپتیک برای جمع‌آوری فاضلاب بهداشتی بهره می‌گرفتند.

جدول ۲-۳- روش‌های کنونی جمع‌آوری و دفع فاضلاب‌های بهداشتی (انسانی) در مناطق روستایی

ردیف	نوع روش	درصد
۱	چاه جاذب	۶۷ درصد روستاها به طور کامل
		۲۵ درصد روستاها به صورت جزئی
۲	انباره	۴ درصد روستاها به طور کامل
		۲۲ درصد روستاها به صورت جزئی
۳	شبکه جمع‌آوری	۱ درصد روستاها به طور کامل
		۳ درصد روستاها به صورت جزئی
۴	سایر موارد	۱ درصد روستاها به طور کامل
		۱۳ درصد روستاها به صورت جزئی

فاضلاب‌های خاکستری تولیدی جوامع روستایی کشور نیز علاوه بر چاه جاذب، انباره و شبکه‌های جمع‌آوری، در رهاسازی در معابر، فضاهای سبز و باغات دفع می‌شوند.

جدول ۲-۴- روش‌های کنونی جمع‌آوری و دفع فاضلاب‌های بهداشتی (خاکستری) در مناطق روستایی

ردیف	نوع روش	درصد
۱	چاه جاذب	۲۰ درصد روستاها به طور کامل
		۵۳ درصد روستاها به صورت جزئی
۲	انباره	۱ درصد روستاها به طور کامل
		۶ درصد روستاها به صورت جزئی
۳	شبکه جمع‌آوری	۱ درصد روستاها به طور کامل
		۵ درصد روستاها به صورت جزئی
۴	معابر با کانال‌های مناسب	۳ درصد روستاها به طور کامل
		۳۰ درصد روستاها به صورت جزئی
۵	معابر بدون کانال‌های مناسب	۵ درصد روستاها به طور کامل
		۴۶ درصد روستاها به صورت جزئی
۶	فضای سبز و باغات در محدوده منازل	۵ درصد روستاها به طور کامل
		۳۰ درصد روستاها به صورت جزئی
۷	سایر موارد	۱ درصد روستاها به طور کامل
		۱ درصد روستاها به صورت جزئی

omoorepeyman.ir

براساس مطالعات صورت گرفته، عمده‌ترین مشکلات بهداشتی و زیست محیطی روش‌های کنونی دفع فاضلاب، آلودگی منابع آب‌های سطحی، آسیب به جنبه زیبایی محیط، آلودگی چشمه و قنات‌های واقع شده در محدوده روستا، آلودگی آب‌های زیرزمینی، آلودگی سایر منابع تأمین‌کننده آب روستا و شیوع بیماری‌های منتقله از طریق آب و فاضلاب می‌باشند.

۲-۶- برنامه‌ریزی جامع برای مدیریت فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

روش‌های مناسب در مدیریت فاضلاب، شیوه‌هایی هستند که از سلامت و بهداشت عمومی و محیط‌زیست حفاظت می‌کنند. مبنای انتخاب نوع سامانه جمع‌آوری و تصفیه نهایتاً حذف آلاینده‌ها و عوامل بیماریزا از فاضلاب می‌باشد. در روند برنامه‌ریزی برای اجرای سامانه فاضلاب در جوامع روستایی مراحل مطالعات اولیه، انتخاب روش و فرایند، طراحی، اجرا و بهره‌برداری سامانه باید مورد توجه قرار گیرد.

در یک جامعه کوچک یا روستایی گزینه‌های اولیه مختلفی برای ارزیابی و انتخاب جهت سامانه(شبکه) جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب وجود دارد. این انتخاب از یک مخزن سپتیک یا بستر جاذب برای هر واحد مسکونی تا سیستم جمع‌آوری ثقلی و تصفیه‌خانه همانند جوامع بزرگ را شامل می‌شود. در جوامع کوچک همچنین می‌توان ترکیبی از چند روش را در نظر گرفت. در راستای برنامه‌ریزی جامع برای مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک، ضروری است اجتماعات موجود در هر منطقه یا استان که نیاز به سامانه‌های مدیریت فاضلاب دارند، اولویت‌بندی گردند تا ضمن تأمین اهداف پیش‌بینی شده، منابع موجود اعم از منابع مالی و انسانی بهینه هزینه شوند. معیارهای اولیه جهت اولویت‌بندی و نیازسنجی این جوامع به شرح ذیل می‌باشند:

۲-۶-۱- مطالعات اولیه و ارزیابی محل

این مرحله برای کسب اطلاعات و ارزیابی مبانی لازم جهت اولویت‌بندی و اجرای سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب می‌باشد و باید اطلاعات زیر تأمین گردد:

- جمعیت: جمعیت فعلی، آتی و تراکم جمعیت، جمعیت ساکن در فصول مختلف به خصوص در جوامعی که مهاجر و گردشگر پذیر هستند.
- ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی: سطح سواد و آگاهی، شغل و میزان درآمد و سطح بهداشت افراد جامعه، سطح دسترسی به خدمات عمومی‌مانند برق، آب، مخابرات، وجود مراکز عمومی، ورزشی و درمانی، آداب و رسوم و فرهنگ مردم.
- آب مصرفی: منبع تأمین آب، کیفیت آب مصرفی، نوع مصارف آب، سرانه آب مصرفی، تغییرات کمی و کیفی آب در ماه‌ها و فصول مختلف.
- فاضلاب: منابع تولیدکننده فاضلاب، اجزای تشکیل‌دهنده فاضلاب، سرانه تولید فاضلاب، روند فعلی دفع فاضلاب، نوسان تولید فاضلاب در طول شبانه‌روز، دبی فاضلاب تولیدی(میانگین روزانه، حداکثر و حداقل روزانه و ساعتی)

omoorepeyman.ir

- نقشه و هندسه جامعه: نقشه پلان روستا، عکس هوایی و ... که دارای رقوم و وضعیت معابر با مقیاس مناسب باشد.
- هیدرولوژی و شرایط آب و هوایی: نوع اقلیم آب و هوایی، متوسط دما، میزان بارندگی، حوضه‌های آبریز، شرایط آب‌های سطحی و ...
- نوع خاک و زمین: جنس زمین، لایه‌های مختلف و ساختار خاک، بافت خاک، میزان نفوذپذیری، پستی و بلندی زمین، شیب و رقوم ارتفاعی
- کاربری: اطلاعات مربوط به کاربری زمین در سطح جامعه و محدوده موردنظر
- موقعیت و شرایط خاص جامعه: نزدیکی به شهرها، مسیرهای اصلی و جاده‌های دسترسی، اماکن خاص، جاذبه‌های گردشگری و فرهنگی
- شرایط صنعتی: وجود صنایع خاص در سطح جامعه
- شرایط زیست‌محیطی: اطلاعات زیست‌محیطی جامعه از قبیل منابع آب سطحی، زیرزمینی، حوضه‌های آبریز، مناطق حفاظت شده مانند تالاب‌ها، زیست‌گاه‌های طبیعی شناسایی شده و ...
- سوابق حوادث: اطلاعات مربوط به سوابق رخدادهای قبلی مانند سیل، رانش و لغزش زمین، یخبندان و سرمازدگی و ...
- دفع فاضلاب تصفیه شده و استفاده مجدد از پساب و لجن: دفع در زمین، در آب‌های پذیرنده، چاه‌ها جاذب، آبیاری فضای سبز، باغات و زمین‌های کشاورزی و ...

۲-۶-۲- نیازسنجی و اولویت‌بندی

با توجه به تعداد زیاد جوامع کوچک و روستایی در سطح یک استان و محدودیت‌های مربوط به منابع مالی و سوابق در دسترس محدود در مورد اجرای سامانه‌های فاضلاب در سطح جوامع کوچک در سطح استان‌ها و کشور از یک سو و چالش‌های موجود و پیش‌بینی نشده در مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک، نیازسنجی و اولویت‌بندی برای اجرای طرح‌های فاضلاب با هدف استفاده بهینه از امکانات و منابع محدود موجود ضروری بوده و توجه ویژه‌ای را طلب می‌کند.

عوامل مهمی که باید در نیازسنجی و اولویت‌بندی طرح‌های مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- جمعیت و تراکم جمعیتی: تعداد جمعیت و تراکم آن در سطح جامعه دارای اهمیت بالایی در اولویت‌بندی و اجرای طرح‌های فاضلاب در آن دارد. به طوری که روستاهای دارای جمعیت بیش‌تر و با تراکم جمعیتی بالاتر از اولویت بالاتری برخوردار می‌باشند.
- شرایط موجود دفع فاضلاب و وضعیت بهداشتی و زیست‌محیطی: مقایسه روستاها از نظر نحوه کنونی دفع فاضلاب و تبعات زیست محیطی و بهداشتی در روند اولویت‌بندی و نیازسنجی نقش دارند. عدم کارایی روش فعلی از نظر معیارهای فنی، بهداشتی و زیست محیطی برای اجرای سامانه‌های فاضلاب از اولویت بالاتری

omoorepeyman.ir

برخوردار می‌باشند. همچنین وجود منابع آبی به خصوص منابعی که جهت آشامیدن در جوامع پایین‌دست مورد استفاده قرار می‌گیرند، سطح بالای آب زیرزمینی و زمین‌های دارای نفوذپذیری پایین از جمله مواردی می‌باشند که اجرای طرح‌های فاضلاب را در یک جامعه در اولویت قرار می‌دهند.

- میزان سرانه تولید فاضلاب: در جوامعی که به دلایل مختلف از جمله کیفیت آب مصرفی، شرایط آب و هوایی، شرایط فرهنگی و اجتماعی میزان مصرف آب بیش‌تر و به دنبال آن تولید فاضلاب بیش‌تر می‌باشد، از اولویت بالاتری برای اجرای طرح‌های فاضلاب برخوردار می‌باشند.
- قابلیت استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده و لجن تولیدی: هر چه امکان بیش‌تری برای استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده و لجن تولیدی فراهم باشد، اولویت‌های بالاتری برای پیاده‌سازی طرح‌های فاضلاب در آن جامعه وجود دارد.
- پذیرش و میزان مشارکت مردمی در طرح‌های فاضلاب: میزان مشارکت مردم در اجرای طرح‌های فاضلاب از جمله مشارکت در تأمین منابع مالی اجرای طرح، احداث، مشارکت در بهره‌برداری و نگهداری به خصوص در مورد سامانه‌های تصفیه در محل در اولویت‌بندی جوامع کوچک و روستایی باید مورد توجه قرار گیرد.
- هزینه‌های لازم برای احداث سامانه فاضلاب: سرمایه‌گذاری اولیه جهت احداث سامانه‌های فاضلاب برای مناطق روستایی از اصلی‌ترین و کلیدی‌ترین پارامترهایی است که لازم است قبل از هر اقدامی مورد توجه قرار گیرد. هر چه میزان هزینه موردنیاز کم‌تر باشد، اولویت اجرا بالاتر خواهد بود.
- استفاده از تجهیزات برقی و مکانیکی: در جوامع کوچک و روستایی پیاده‌سازی روش‌هایی که در آن‌ها حداقل وابستگی به تجهیزات الکترومکانیکال و به تبع آن انرژی وجود داشته باشد، دارای اولویت بالاتری می‌باشند. کاهش وابستگی به این قبیل تجهیزات، تعمیر، نگهداری و راهبری آسان و ارزان تأسیسات را به دنبال خواهد داشت.
- ویژگی‌ها و شرایط خاص هر جامعه: جوامع با شرایط خاص از جمله شرایط توسعه یافتگی، گردشگری، نزدیکی به جوامع شهری، پتانسیل رشد و توسعه یافتگی از موارد مهم در راستای اولویت‌بندی جوامع می‌باشد. همچنین وجود و استفاده از امکانات محلی و منطقه‌ای جامعه را در اولویت بالاتری قرار می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۵- شاخص‌های نیازسنجی و اولویت‌بندی جوامع کوچک و روستایی برای احداث سامانه‌های فاضلاب

معیار	شاخص اصلی برای اولویت بالاتر
جمعیت و تراکم جمعیتی	– جمعیت بیش‌تر
وضع موجود دفع فاضلاب، شرایط بهداشتی و زیست‌محیطی	– ریسک‌های بهداشتی ناشی از دفع فاضلاب – واقع شدن در بالادست منابع تأمین کننده آب شرب – سطح بالای آب زیرزمینی – مشکلات زیست‌محیطی
سرانه تولید فاضلاب	– تولید فاضلاب بیش‌تر
تجهیزات برقی و مکانیکی	– حداقل وابستگی به تجهیزات الکترومکانیکال
استفاده مجدد از پساب	– کمبود آب در منطقه و پتانسیل استفاده مجدد برای صنایع و کشاورزی
استفاده مجدد از لجن	– استفاده مجدد در کشاورزی
پذیرش و میزان مشارکت مردمی	– اتصال فاضلاب منازل به شبکه از سوی مردم – مشارکت عمومی در ساخت
هزینه‌های احداث	– نیاز به سرمایه‌گذاری کم‌تر
ویژگی‌ها و شرایط خاص	– نزدیکی به جوامع شهری برای اتصال به سیستم شهری – میزان توسعه جامعه و پتانسیل رشد و توسعه
سایر موارد	– سایر شاخص‌ها با نظر مسئولین محلی(مانند شرایط تملک زمین در برخی روش‌های تصفیه یا دفع فاضلاب)

omoorepeyman.ir

فصل ۳

مشخصات کمی و کیفی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- کلیات

آگاهی از مشخصات کمی و کیفی فاضلاب هر اجتماع، برای انتخاب نوع سامانه(متمرکز یا غیرمتمرکز)، نوع فرایند تصفیه، روش و روند استفاده مجدد از پساب و یا دفع نهایی آن ضروری و در پیشبرد موفق روند طراحی و مدیریت سامانه جمع‌آوری، تصفیه و استفاده مجدد و دفع نهایی فاضلاب نقش به سزایی دارد.

این موضوع به‌خصوص در مناطق روستایی کشور که در اکثر آن‌ها هیچ‌گونه اطلاعاتی درخصوص مشخصات فاضلاب وجود ندا شته و با توجه به اینکه میزان و منابع تولید فا ضلاب و ماهیت آن دائماً در حال تغییر می‌تواند با شد، از اهمیت بالایی برخوردار است. اصولاً بدون در دست داشتن داده‌های قابل اعتماد و صحیح در مورد مشخصات فاضلاب تولیدی در یک اجتماع، اجرای طرح‌های فا ضلاب در آن با مشکلات زیادی نظیر افزایش هزینه‌ها، مشکلات بهره‌برداری و نگهداری و عدم د ستیابی به اهداف مورد نظر طرح مواجه خواهد شد. از این‌رو شناخت دقیق م شخ صات فا ضلاب از ضروریات امر محسوب می‌شود.

تعیین مشخصات کمی و کیفی فاضلاب در موارد زیر کاربرد دارد:

- تعیین پتانسیل و آلودگی فاضلاب و اثرات زیست محیطی آن
- تعیین میزان یا درجه لازم برای تصفیه آن
- تعیین سامانه‌های موردنیاز برای تصفیه و انتخاب نوع فرایند
- اطلاعات موردنیاز برای انتخاب و طراحی سامانه جمع‌آوری فاضلاب و واحدهای مختلف تصفیه
- پایش و کنترل کیفی پساب خروجی از یک سامانه تصفیه فاضلاب
- بررسی و تعیین میزان عملکرد یک واحد یا سامانه تصفیه
- به عنوان پارامترهای مهم در بهره‌برداری و کنترل سامانه تصفیه

۳-۲- ترکیب فاضلاب

فاضلاب تولیدی در جوامع کوچک و روستایی شامل فاضلاب خانگی و فاضلاب غیرخانگی(فاضلاب اماکن عمومی، فاضلاب‌های صنعتی و تجاری، نشتاب و آب‌های نفوذی) می‌باشد. همچنین فاضلاب ناشی از فعالیت‌های دامداری و کشاورزی در محدوده منازل و سایر فاضلاب‌هایی که در منازل تولید می‌شود نیز بسته به شرایط باید مورد توجه قرار گیرد.

ویژگی‌های اصلی فاضلاب‌های جوامع کوچک و روستایی که آن را از فاضلاب جوامع بزرگ و شهرها متمایز می‌سازند عبارت است از:

- سرانه تولید فاضلاب و به دنبال آن دبی فاضلاب تولیدی کم‌تر است.
- کمیت فاضلاب تولیدی دارای نوسانات شدید هیدرولیکی بوده و تفاوت بین حداقل و حداکثر جریان زیاد است.
- کیفیت فاضلاب نیز به دلیل نوسانات کمیت دارای کیفیت نسبتاً ثابت نبوده و می‌تواند تغییرات شدیدی داشته باشد.

omoorepeyman.ir

- مقاطع زمانی وقوع حداقل و حداکثر جریان در مقایسه با شهرها و جوامع بزرگ متفاوت است.
- کیفیت فاضلاب تولیدی متأثر از فاضلاب تولیدی خانگی است. درصورتی‌که در جوامع شهری احتمال ورود فاضلاب تولیدی کارگاه‌ها و واحدهای صنعتی به شبکه شهری وجود دارد.
- با توجه به ویژگی‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی حاکم در جوامع کوچک و روستایی، میزان سرانه آلاینده‌های فاضلاب(بدون در نظر گرفتن فاضلاب ناشی از فعالیت‌های دامپروری و کشاورزی) کم‌تر می‌باشد، اما با توجه به پایین بودن سرانه آب، معمولاً غلظت آن‌ها بیش‌تر می‌باشد.
- انجام فعالیت‌های دامداری در منازل و در محدوده روستاها نظیر پرورش دام و طیور و فعالیت‌های جنبی آن مانند تولید لبنیات و ... و به دنبال آن تخلیه فاضلاب ناشی از این فعالیت‌ها به شبکه جمع‌آوری فاضلاب باعث ایجاد تغییرات و نوسانات کیفی در فاضلاب تولیدی واحدهای مسکونی و کل فاضلاب روستاها شده و در نتیجه باعث متفاوت بودن کیفیت فاضلاب تولیدی در روستا با کیفیت فاضلاب شهری می‌شود.
- بالا بودن میزان مصرف آب در آبیاری فضای سبز و فعالیت‌های کشاورزی داخل محدوده منازل مسکونی و تأمین آب شرب احشام(در مواقعی که مواد دفعی و فاضلاب آن‌ها وارد شبکه فاضلاب نمی‌شود) باعث می‌شود ضریب تبدیل آب به فاضلاب در این مناطق در مقایسه با شهرها پایین باشد.
- تأثیرپذیری بیش‌تر منابع آبی جوامع روستایی از شرایط آب و هوایی
- واحدهای مصرف کننده آب و به تبع آن تولیدکننده فاضلاب در مناطق روستایی با مناطق شهری تفاوت‌های زیادی دارد.

۳-۳- ویژگی‌های کمی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

تولید فاضلاب در هر جامعه ارتباط نزدیکی با مصرف آب در آن جامعه دارد. ویژگی‌های کمی فاضلاب، مقدار دبی فاضلاب و تغییرات آن را در اوقات مختلف شبانه‌روز در طول سال تعیین می‌کند. اصولاً برای تعیین مشخصات کمی فاضلاب برای یک اجتماع لازم است در ابتدا محل‌های تولید فاضلاب شناسایی شوند. به عبارت دیگر منشاء تولیدکننده فاضلاب مشخص شده و اطلاعات حاصل از تجهیزات اندازه‌گیری کننده میزان آب مصرفی مورد ارزیابی قرار داده شود. مهم‌ترین پارامترهای کمی که علاوه بر میزان جمعیت حال و آتی جامعه در طراحی تأسیسات فاضلاب روستایی باید مورد توجه قرار گیرد عبارت است از:

۳-۳-۱- میزان جریان فاضلاب

اطلاع از میزان جریان فاضلاب برای طراحی بخش‌های مختلف سامانه فاضلاب ضرورت دارد. برای این منظور موارد زیر باید در نظر گرفته شوند.

omoorepeyman.ir

الف-استفاده از اطلاعات آب مصرفی: با در نظر گرفتن میزان کل آب مصرفی در جامعه، میزان سرانه مصرفی آب هر فرد، تخمین زده می‌شود. عواملی که بر میزان آب مصرفی نقش دارند عبارتند از:

- آب و هوا: عواملی مانند دما و بارش تأثیر زیادی بر میزان آب مصرفی در هر جامعه دارد که در حالت کلی میزان مصرف آب در فصول گرم بیش‌تر از فصول سرد می‌باشد.
- اندازه جامعه: بزرگی و کوچکی جامعه علاوه بر تأثیر روی الگو و میانگین مصرف آب، عمدتاً روی دامنه نوسان در مصرف آب مؤثر است. به طوری که در جوامع با جمعیت پایین‌تر، مصرف آب و به دنبال آن تولید فاضلاب در محدوده وسیع‌تری نوسان دارد.
- شرایط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و ... (میزان توسعه یافتگی): هر چه میزان توسعه‌یافتگی جامعه بالاتر باشد، به دلیل دسترسی به امکانات و تسهیلات بهداشتی و رفاهی، عموماً مصرف آب نیز بالاتر خواهد بود.
- ویژگی‌های خاص: برخی جوامع به دلیل دارا بودن برخی شرایط مانند جاذبه‌های گردشگری و توریستی بودن، مصرف آب بالاتری خواهند داشت. همچنین وجود برخی شرایط باعث شکل‌گیری مشاغل خاصی می‌شود که روی کمیت و کیفیت فاضلاب تأثیر می‌گذارد.
- کیفیت منبع تأمین کننده آب: بالا بودن کیفیت آب منبع تأمین کننده آن، می‌تواند باعث افزایش میزان آب مصرفی در جامعه گردد.
- جیره‌بندی و الزامات کاهش مصرف آب: پیاده‌سازی سیاست‌ها و الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند باعث نصب دستگاه‌ها و تجهیزات کاهنده مصرف در ساختمان‌ها گردد.
- میزان آب بهاء: در صورت وجود کنتور و محاسبه هزینه آب مصرفی براساس کنتور، هزینه آب مصرفی می‌تواند بر میزان مصرف آب نقش داشته باشد.

ب- استفاده از آمار و ارقام مربوط به مصارف آب روستایی در سطح کشور: با وجود اینکه بین روستاهای کشور از لحاظ شرایط اقلیمی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و ... تفاوت های زیادی وجود دارد، اما در حالت کلی می‌توان با بررسی آمار و اطلاعات موجود مصارف آب در جوامع کوچک دید کلی نسبت به این موضوع پیدا نمود.

پ- مشخصات کمی اجزای فاضلاب غیرخانگی: میزان فاضلاب غیرخانگی وابسته به نوع و تعداد واحدهای تجاری، صنعتی و ... است که ضروری است در ابتدا نوع و تعداد این واحدها برای روستای مورد نظر مشخص گردد. برای این منظور بازدیدهای محلی، تهیه پرسشنامه و همچنین بررسی طرح‌های جامع و هادی روستا قابل استفاده می‌باشند. اصلی‌ترین واحدهای تولیدکننده فاضلاب غیرخانگی در این جوامع عبارتند از واحدهای تجاری مانند مغازه‌ها، واحدهای خدماتی و اماکن عمومی‌مانند مساجد، رستوران‌های محلی، خانه‌های بهداشت مانند آن‌ها و واحدهای صنعتی

ت- ضریب تبدیل آب به فاضلاب: این ضریب نشان دهنده میزان آبی است که به فاضلاب تبدیل می‌شود. به طور متوسط ۷۰ تا ۸۰ درصد مصرف سرانه آب به فاضلاب تبدیل می‌شود. با توجه به میزان آب مصرفی و این ضریب،

omoorepeyman.ir

میزان تولید فاضلاب قابل تخمین خواهد بود که البته عواملی مانند تعداد دام و میزان فضای سبز نیز در مقدار این ضریب مؤثر هستند و باعث می‌شوند ضریب مذکور برای نواحی مختلف یکسان نباشد. از این‌رو لازم است برای تعیین این ضریب مواردی از مصرف آب که تبدیل به فاضلاب نمی‌شوند تعیین و از مقدار آب مصرفی کاسته شود.

ث- **رواناب و نشتاب:** میزان آب‌های نفوذی به سامانه‌های فاضلاب، بر کمیت فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه اثرگذار می‌باشد. رواناب‌ها عمدتاً از طریق دریچه‌های آدم‌روهای فاضلاب و نشتاب از طریق اتصالات معیوب، درزها و ترک لوله‌های شکسته، دیواره‌های آدم‌رو و ... به سامانه فاضلاب وارد خواهند شد و می‌بایست قبل از طراحی شبکه و تصفیه‌خانه، حجمی برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

ج- **ضرایب حداکثر و حداقل جریان فاضلاب:** مشابه نوسان در مصرف آب در یک جامعه، تولید فاضلاب نیز دارای نوسان می‌باشد و هر چه جامعه بزرگ‌تر باشد، این نوسان کم‌تر می‌باشد.

چ- **سرانه تولید فاضلاب:** سرانه تولید فاضلاب، مقدار متوسط فاضلاب تولیدی روزانه به ازای هر نفر در طول شبانه‌روز می‌باشد. با استفاده از ضریب تبدیل آب به فاضلاب و همچنین سرانه آب مصرفی، سرانه تولید فاضلاب قابل محاسبه خواهد بود. براساس اطلاعات و سوابق و با توجه به شرایط موجود در روستاهای کشور می‌توان از مقادیر ارائه شده در جدول (۳-۱) به عنوان راهنمایی برای تعیین میزان جریان فاضلاب بهره گرفت:

جدول ۳-۱- پیش‌بینی مقادیر متداول فاضلاب منازل تک خانواری در مناطق روستایی ایران

نوع	میزان فاضلاب (لیتر به ازای هر نفر در شبانه‌روز)	
	محدوده	معمول
درآمد کم	۵۰ – ۸۰	۷۰
درآمد متوسط	۱۰۰ – ۱۵۰	۱۲۰
درآمد بالا	۱۲۰ - ۱۸۰	۱۵۰

ح- **تغییرات میزان جریان فاضلاب:** میزان جریان فاضلاب تولیدی در یک جامعه کوچک می‌تواند تغییرات کوتاه مدت ساعتی، روزانه و تغییرات فصلی داشته باشد. میران تغییرات ساعتی تولید فاضلاب تابعی از تغییرات آب مصرفی در طول شبانه‌روز می‌باشد. تغییرات فصلی جریان فاضلاب خانگی در این جوامع نسبت به جوامع شهری و بزرگ عموماً در گستره وسیع‌تری قرار دارد. به عبارت دیگر سکونت دائمی و یا فصلی منازل تأثیر زیادی در نوسانات فاضلاب تولیدی در این جوامع دارد.

خ- **جریان‌های (دبی) مهم:** جریان‌های مهمی که باید در انتخاب و طراحی سامانه فاضلاب در یک جامعه کوچک مورد توجه قرار گیرد جریان طراحی، متوسط سرانه فاضلاب، متوسط جریان فاضلاب، حداکثر جریان روزانه، حداکثر جریان در ابتدای دوره طرح، حداکثر جریان فاضلاب در انتهای دوره طرح، جریان حداقل روزانه و جریان حداقل ساعتی می‌باشند.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۲- روش‌های برآورد کمیت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

از روش‌های زیر می‌توان برای تعیین مقدار کمی فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی بهره گرفت:

۱- جمع‌آوری و آنالیز آمار موجود درخصوص مصارف آب گذشته(شامل آمار مصرف مشترکین یا کنتور خوانی، آمار تولید و توزیع آب و اعمال ضریب مناسب برای تبدیل آب به فاضلاب)

۲- شناسایی واحدهای تولیدکننده فاضلاب و تعیین میزان دبی فاضلاب هر یک از آن‌ها و نهایتاً جمع میزان جریان‌های به دست آمده

۳- استفاده از آمار جوامع و روستاهای مشابه و لحاظ کردن تفاوت‌ها به صورت ضریب

۴- استفاده از آمارهای منتشره از سایر کشورها

۵- استفاده از روشی ترکیبی از روش‌های فوق

۳-۴- ویژگی‌های کیفی فاضلاب جوامع کوچک و روستایی

برای انتخاب روش، طراحی و بهره‌برداری از سامانه فاضلاب و همچنین برای مدیریت کیفیت زیست محیطی، آگاهی از خصوصیات و مشخصه‌های کیفی فاضلاب ضروری می‌باشد. علاوه بر نوع تأسیسات مورد استفاده، نحوه اختلاط فاضلاب تولیدی از بخش‌های مختلف بر کیفیت فاضلاب تولیدی تأثیر می‌گذارد. ویژگی‌های کیفی فاضلاب، نوع آلاینده‌ها، غلظت آن‌ها و درجه تصفیه‌پذیری فاضلاب در شرایط مختلف محیطی را نشان می‌دهد که در هر منطقه به میزان سرانه فاضلاب تولیدی، سرانه آلاینده‌ها و کیفیت فاضلاب‌های غیرخانگی مخلوط شده با فاضلاب خانگی وابسته می‌باشد.

۳-۴-۱- ویژگی‌های فیزیکی فاضلاب

مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی جامدات (کل، معلق، محلول فرار و ثابت)، بو، دما، چگالی، رنگ و کدورت می‌باشد. در کنار این پارامترها، ویژگی‌های فیزیکی دیگری نیز وجود دارند که در تعیین کیفیت فاضلاب نقش دارند. مهم‌ترین پارامترها عبارت‌اند از:

۳-۴-۱-۱- جامدات

مقایسه غلظت مواد جامد معلق در فاضلاب ورودی و خروجی از واحدهای ته‌نشینی و پساب‌های حاصل از تصفیه به ترتیب نمایانگر بازدهی حوضچه‌های ته‌نشینی و بازدهی تصفیه‌خانه از نظر کاهش مواد جامد معلق می‌باشد. این پارامتر شامل موارد زیر می‌شود:

- جامدات کل[1]: ناخالصی‌های موجود در فاضلاب، کل جامدات فاضلاب می‌باشند. این جامدات به شکل باقیمانده تبخیر در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد بعد از مدت زمان یک ساعت به دست می‌آیند.

omoorepeyman.ir

۱- Total Solids

- جامدات معلق[۱] و جامدات محلول[۲]: بخش صافی‌ناپذیر جامدات معلق و بخش صافی‌پذیر محلول و کلوئیدی می‌باشد.
- جامدات فرار[۳] و ثابت[۴]: هر دسته از جامدات را می‌توان براساس کوره‌گذاری(در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) به بخش‌های فرار و ثابت تقسیم‌بندی نمود. آن بخش از جامدات که در این دما به شکل گاز خارج می‌شوند تحت عنوان فرار و بخشی که در این دما از بین نمی‌رود، بخش ثابت می‌باشد.
- جامدات معلق قابل ته‌نشینی[۵]: جامداتی که در مدت زمان یک ساعت بر اثر نیروی ثقل از فاضلاب جدا و ته‌نشین می‌شوند. این ویژگی نمایانگر قابلیت ته‌نشینی مواد معلق موجود در فاضلاب و میزان لجن تولیدی می‌باشد.

۳-۴-۱-۲- بو

بو در فاضلاب ناشی از گازهای تولید شده در اثر تجزیه مواد آلی و یا از مواد اضافه شده به فاضلاب است. مهم‌ترین بوی تولیدی در فاضلاب به دلیل هیدروژن سولفید است که حاصل تبدیل سولفات به سولفیت توسط میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی است. انتشار بوی نامطبوع، راهبری تصفیه‌خانه را به ضرورت بالا بردن مقدار اکسیژن محلول در فاضلاب آگاهی می‌دهد. همچنین علاوه بر گاز هیدروژن سولفید، گاز متان نیز می‌تواند از فاضلاب آزاد شود.

۳-۴-۱-۳- دما

دمای فاضلاب نشان دهنده انرژی حرارتی است که در آن وجود دارد. معمولاً دمای فاضلاب بیش‌تر از آب سردی است که از شیر در منازل به مصرف می‌رسد. دمای فاضلاب یک عامل مهم در روند فعالیت میکروارگانیسم‌ها برای تصفیه فاضلاب است.

۳-۴-۱-۴- چگالی

این پارامتر جرم واحد حجم فاضلاب است که بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب بیان می‌شود. چگالی فاضلاب به دما بستگی دارد و با غلظت کل جامدات در فاضلاب تغییر می‌کند. این ویژگی به خصوص در مورد لجن در تعیین حجم لجن کاربرد دارد.

omoorepeyman.ir

۱- Total Suspended Solids
۲-Total DissolvedSolids
۳- Volatile Solids
۴- Fixed Solids
۵- Settleable Suspended Solids

۳-۴-۱-۵- رنگ

رنگ فاضلاب به نوع و مقدار مواد محلول، مواد معلق و کلوئیدی همراه فاضلاب، بستگی دارد. معمولاً فاضلاب تازه به رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن است. اما با گذشت زمان و ایجاد شرایط بی‌هوازی رنگ آن به خاکستری تیره و نهایتاً سیاه تبدیل می‌شود. البته رنگ فاضلاب می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب‌های صنعتی تغییر پیدا کند. رنگ فاضلاب در سامانه‌های تصفیه فاضلاب مانند تصفیه بیولوژیکی به روش فعال می‌تواند به عنوان شاخصی برای اطلاع از تغییرات احتمالی در سامانه تصفیه کمک می‌کند. رنگ‌های تیره‌تر ممکن است به دلیل پایین بودن اکسیژن محلول در فاضلاب باشد که در آن صورت نیاز به هوادهی دارد.

۳-۴-۱-۶- کدورت

این پارامتر بیان ساده‌ای از شفاف بودن فاضلاب است. کدورت به واسطه حضور ذرات معلق مانند گل و لای مواد معدنی یا آلی نامحلول و ارگانیسم‌های میکروسکوپی نظیر جلبک‌ها می‌باشد. این پارامتر یکی از اصلی‌ترین شاخص‌ها برای سنجش کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه می‌باشد.

۳-۴-۲- ویژگی‌های شیمیایی فاضلاب

کیفیت شیمیایی فاضلاب در سه دسته مورد بررسی قرار داده می‌شود:

۳-۴-۲-۱- مواد آلی

مهم‌ترین مشخصه کیفی فاضلاب محتویات مواد آلی آن است. گروه‌های اصلی مواد آلی موجود در فاضلاب پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی، روغن، اوره و ... می‌باشند. این مواد آلی موجود در فاضلاب، براساس کیفیت و مشخصه به دو دسته قابل تجزیه بیولوژیکی و غیرقابل تجزیه بیولوژیکی تقسیم‌بندی می‌شوند. سنجش مواد آلی در فاضلاب معمولاً با استفاده از آزمایش‌های BOD، COD، TOC، THOD صورت می‌گیرد. یکی از پارامترهای قابل توجه در این گروه روغن، چربی و گریس‌ها هستند. اندازه‌گیری این مواد در فاضلاب برای تعیین راندمان تصفیه و تشخیص مشکلاتی از قبیل هضم یا آبگیری لجن مفید می‌باشد و بالا بودن میزان این مواد در جریان فاضلاب باعث بروز مشکلات مختلفی از جمله گرفتگی و انسداد و در نتیجه کاهش ظرفیت هیدرولیکی در شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب می‌شود. همچنین ورود بیش از حد این مواد به مرحله ثانویه تصفیه فاضلاب درصورتی‌که در مرحله مقدماتی از جریان فاضلاب حذف نشده باشند، باعث اختلال در ته‌نشینی لجن بیولوژیک به دلیل چسبیدن چربی و روغن به توده‌ها و خروج بیش از حد مواد جامد از روند تصفیه به دلیل چگالی کم چربی‌ها خواهد شد.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۲-۲- مواد و پارامترهای غیر آلی

علاوه بر مواد آلی و پارامترهای مربوط به آن‌ها، مواد غیرآلی مختلفی در فاضلاب وجود دارند که برخی از آن‌ها و پارامترهای مربوط به آن‌ها در تثبیت و کنترل سامانه حائز اهمیت می‌باشند. غلظت این مواد در فاضلاب بستگی به مواد موجود در آب مصرفی و همچنین مواد اضافه شده در حین مصرف آب طی مصارف مختلف دارد. مهم‌ترین این مواد و پارامترها عبارت است از:

الف- مواد غیرآلی

- نیتروژن و فسفر: ترکیبات قابل تجزیه بیولوژیک نیتروژن یا فسفر اصطلاحاً مواد مغذی نامیده می‌شوند. تخلیه این مواد به آب‌های سطحی زمینه رشد بیش از اندازه جلبک‌ها را فراهم می‌کند که در نهایت می‌تواند باعث نابودی اکوسیستم‌های طبیعی آب‌های سطحی(پدیده یوتریفیکاسیون) شود. آمونیاک، ازت آلی، نیتریت و نیترات مهم‌ترین اشکال ترکیبات ازته در فاضلاب هستند. بخش عمده ترکیبات نیتروژن ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به صورت آمونیاک و نیتروژن آلی می‌باشد. فسفر نیز به صورت‌های ارتوفسفات، فسفات آلی و پلی فسفات در فاضلاب وجود دارد که مجموع آن فسفرکل می‌باشد. عمده‌ترین منبع فسفر در فاضلاب خانگی دترجنت‌ها می‌باشند. درصورتی‌که پساب حاصل از تصفیه برای تغذیه آب‌های زیرزمینی و یا تخلیه به مجاری سطحی در نظر گرفته شده، میزان نیتروژن آن باید مورد توجه ویژه قرار گرفته و در محدوده مجاز باشد.
- مواد سمی و بازدارنده: معمولاً غلظت این مواد در فاضلاب‌های خانگی به حدی نیست که برای روند تصفیه مشکلی را ایجاد نماید. اما درصورتی‌که فاضلاب صنعتی نیز به سامانه وارد شود، ممکن است غلظت این مواد در جریان فاضلاب بیش‌تر از حد معمول و در نتیجه فرایند تصفیه با اختلال روبرو شود.
- سولفیدها: از آنجایی‌که وجود هیدروژن سولفید در جریان فاضلاب باعث خوردگی شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تأسیسات و تجهیزات موجود در تصفیه‌خانه می‌شود، این پارامتر نیازمند کنترل می‌باشد.
- کلرور: غلظت این پارامتر در فاضلاب که منشاء آن آب مصرفی می‌باشد دارای اهمیت زیادی است. عمدتاً غلظت این پارامتر به دلیل وجود کلرور در فاضلاب انسانی افزایش می‌یابد.
- گوگرد: سولفات یکی از کاتیون‌های اصلی در آب می‌باشد که به دنبال آن در فاضلاب هم وجود دارند. گوگرد برای سنتز پروتئین‌ها لازم بوده و بر اثر تجزیه آن‌ها نیز گوگرد آزاد می‌شود. در فرایند بی‌هوازی سولفات به روش بیولوژیکی به سولفید احیاء می‌شود و سولفید نیز به نوبه خود با هیدروژن ترکیب و سولفید هیدروژن تولید می‌شود و این گاز عامل اصلی خوردگی در لوله‌ها به خصوص لوله‌های بتنی می‌باشد.
- فلزات سنگین: برخی از فلزات مانند منگنز، سرب، کادمیوم، کروم، روی، مس، آهن، جیوه و نیکل از جمله آلاینده‌های قابل توجه در محیط فاضلابی می‌باشند. با وجود اینکه برخی از این فلزات برای رشد بیولوژیکی لازم

omoorepeyman.ir

می‌باشد، اما حضور این فلزات به خصوص در مقادیر بالا به لحاظ سمی بودن در روند تصفیه اختلال ایجاد می‌نماید. همچنین در صورت کاربرد لجن تصفیه‌خانه در مصارف کشاورزی، باید توجه ویژه‌ای به آن‌ها شود.

ب- پارامترهای غیرآلی

- pH: قدرت اسیدی یا بازی بودن فاضلاب به وسیله این پارامتر بیان می‌شود. مراحل مختلفی از روند تصفیه فاضلاب از جمله ته‌نشینی، گندزدایی، خنثی‌سازی و ... به این پارامتر وابسته می‌باشد. pH فاضلاب خانگی معمولاً در محدوده آب مصرفی و ممکن است با اضافه شدن برخی ترکیبات و مواد آلی و یا تجزیه آن‌ها، تغییر نماید. معمولاً مناسب‌ترین pH برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها در دامنه ۶/۵ تا ۸ قرار دارد. فرایند نیترات‌سازی به pH محیط حساسیت دارد و در صورت کاهش این پارامتر به زیر ۶ در محیط، فعالیت میکروارگانیسم‌ها به طرز محسوسی کاهش پیدا می‌کند. همچنین در صورت تخلیه فاضلاب صنعتی و تجاری بدون عملیات پیش‌تصفیه به شبکه فاضلاب، امکان نوسان pH و در نتیجه اختلال در روند تصفیه‌خانه فاضلاب وجود خواهد داشت. فعالیت‌های بی‌هوازی باعث تقلیل pH در سامانه می‌شوند. از این‌رو افت این پارامتر در سامانه به همراه مشاهده رنگ تیره و بوی هیدروژن سولفید ممکن است نشانی از گندیدگی در سامانه جمع‌آوری و یا تصفیه باشد. بنابراین در بررسی کیفیت پساب برای تخلیه به محیط‌های پذیرنده، این پارامتر از اهمیت بالایی برخوردار است.
- اکسیژن محلول (DO): میزان اکسیژن محلول در آب بستگی به فعالیت‌های بیوشیمیایی، شیمیایی و فیزیکی محیط آبی دارد.
- هدایت الکتریکی: این پارامتر در واقع توانایی فاضلاب در هدایت و انتقال جریان الکتریسیته می‌باشد و میزان آن به مقدار مواد محلول و درجه حرارت فاضلاب وابسته می‌باشد. هدایت الکتریکی فاضلاب از خصوصیات آب مصرفی و میزان تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به سامانه فاضلاب نیز تأثیر می‌پذیرد. میزان این پارامتر به عنوان معیاری برای تعیین نوع مصرف پساب به خصوص در کشاورزی محسوب می‌شود.
- قلیائیت: قلیائیت ناشی از حضور هیدرواکسیدها، کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های عناصری مانند کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و یا آمونیاک است. البته ممکن است عوامل دیگری مانند بورات‌ها، سیلیکات‌ها و فسفات‌ها نیز باعث افزایش قلیائیت در فاضلاب شوند. قلیائیت یکی از عوامل کنترل‌کننده فرایندهای تصفیه فاضلاب و لجن است.
- سایر خصوصیات شیمیایی فاضلاب: از سایر خصوصیات شیمیایی فاضلاب که در بهره‌برداری و کنترل عملکرد تأسیسات جمع‌آوری و دفع فاضلاب و لجن و همچنین استفاده مجدد از پساب و لجن قابل توجه می‌باشند می‌توان به اسیدیته، گازهای محلول از جمله دی اکسید کربن و آنیون هایی مانند کلراید، سولفات و کاتیون‌هایی از جمله کلسیم، منیزیم، کلر باقیمانده و آزمون‌های لجن اشاره نمود.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۲-۳- گازها

گازهایی که علاوه بر گازهای موجود در اتمسفر(نیتروژن، اکسیژن و دی اکسیدکربن) عمدتاً در فاضلاب تصفیه نشده ممکن است وجود داشته باشند، سولفید هیدروژن، آمونیاک و متان می‌باشند که از تجزیه مواد آلی موجود در فاضلاب ایجاد می‌شوند.

۳-۴-۳- ویژگی‌های بیولوژیکی فاضلاب

میکروارگانیسم‌های زیادی در فاضلاب وجود دارند که برخی از آن‌ها می‌توانند در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب مورد استفاده قرار گیرند و نقش اصلی را در تجزیه مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی ایفا نمایند. وجود میکروارگانیسم‌ها از جوانب زیر دارای اهمیت می‌باشد:

- میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا موجود در فاضلاب
- میکروارگانیسم‌های تجزیه و تصفیه‌کننده مواد آلی فاضلاب
- میکروارگانیسم‌های شاخص آلودگی میکروبی فاضلاب

به دلیل اینکه جداسازی و شناسایی ارگانیسم‌های بیماری‌زا در فاضلاب مشکل و وقت‌گیر می‌باشد و از سوی دیگر تعداد برخی آن‌ها در فاضلاب‌ها زیاد می‌باشد، از میکروارگانیسم‌های شاخص بهره‌گیری می‌شود. باکتری‌های گروه کلیفرم مهم‌ترین میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که به عنوان شاخص میکروبی در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۴-۴- شدت آلودگی فاضلاب

کیفیت فاضلاب با توجه به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن تعیین می‌شود. فاضلاب‌ها براساس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به سه گروه ضعیف، متوسط و قوی تقسیم می‌شوند. جدول (۳-۲) این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۲- طبقه‌بندی فاضلاب خانگی خام براساس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی

پارامتر	واحد	غلظت		
		ضعیف	متوسط	قوی
جامدات کل(TS)	mg/L	۳۵۰	۷۲۰	۱۲۰۰
جامدات محلول کل(TDS)	mg/L	۲۵۰	۵۰۰	۸۵۰
جامدات محلول(ثابت)	mg/L	۱۴۵	۳۰۰	۵۲۵
جامدات محلول(فرار)	mg/L	۱۰۵	۲۰۰	۳۲۵
جامدات معلق(کل)	mg/L	۱۰۰	۲۲۰	۳۵۰
جامدات معلق(ثابت)	mg/L	۲۰	۵۵	۷۵
جامدات معلق(فرار)	mg/L	۸۰	۱۶۵	۲۷۵
جامدات قابل ته‌نشینی	mg/L	۵	۱۰	۲۰

omoorepeyman.ir

پارامتر	واحد	غلظت		
		ضعیف	متوسط	قوی
BOD5	mg/L	۱۱۰	۲۲۰	۴۰۰
TOC	mg/L	۸۰	۱۶۰	۲۹۰
COD	mg/L	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰
نیتروژن کل(بر حسب N)	mg/L	۲۰	۴۰	۸۵
نیتروژن آلی	mg/L	۸	۱۵	۳۵
آمونیاک آزاد	mg/L	۱۲	۲۵	۵۰
نیتریت‌ها	mg/L	۰	۰	۰
نیترات‌ها	mg/L	۰	۰	۰
فسفر کل(بر حسب P)	mg/L	۴	۸	۱۵
فسفر آلی	mg/L	۱	۳	۵
فسفر معدنی	mg/L	۳	۵	۱۰
کلرورها	mg/L	۳۰	۵۰	۱۰۰
سولفات‌ها	mg/L	۲۰	۳۰	۵۰
قلیائیت(برحسب کربنات کلسیم)	mg/L	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
چربی	mg/L	۵۰	۱۰۰	۱۵۰
ترکیبات آلی فرار	mg/L	<۱۰۰	۴۰۰ - ۱۰۰	>

۳-۵- کمیت و کیفیت فاضلاب جوامع کوچک و روستایی در ایران و سایر کشورها

۳-۵-۱- مقدار سرانه آلاینده‌های فاضلاب

میزان سرانه آلاینده‌های فاضلاب بستگی به نوع تغذیه، فرهنگ و شرایط اقتصادی افراد تحت پوشش و مقدار و مشخصات فاضلاب‌های غیرخانگی ورودی به شبکه جمع‌آوری فاضلاب و عوامل خاصی از جمله وجود یا عدم وجود دام و طیور در روستا دارد. از بین پارامترهای کیفی چند پارامتر زیر از لحاظ زیست محیطی و بهداشتی دارای اهمیت می‌باشند و باید در مدیریت فاضلاب توجه ویژه‌ای به آن‌ها گردد. این پارامترها عبارتند از:

- کل جامدات
- جامدات معلق
- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی(BOD5 , COD)
- مواد مغذی(نیتروژن و فسفر)
- عوامل بیماری‌زا(مانند کل کلیفرم‌ها)

در جداول (۳-۳) تا (۳-۶) بخشی از مشخصات فاضلاب جوامع کوچک و روستایی برخی از کشورها ارائه شده است:

جدول ۳-۳- مقدار سرانه فضولات دفعی در جوامع کوچک و روستایی کشور آمریکا (گرم در روز)

omoorepeyman.ir

پارامتر	محدوده	پارامتر	محدوده
BOD_5	۱۲۰ – ۵۰	TKN (برحسب N)	۲۱ – ۹
COD	۲۹۵ – ۱۱۰	فسفر آلی (برحسب P)	۱/۸ – ۰/۹
TSS	۱۵۰ – ۶۰	فسفر غیرآلی (برحسب P)	۲/۷ – ۱/۸
NH_3 (برحسب N)	۱۲ – ۵	فسفر کل (برحسب P)	۴/۵ – ۲/۷
ازت آلی (بر حسب N)	۱۰ - ۴	روغن و گریس	۴۰ – ۱۰

جدول ۳-۴- سرانه BOD_5 و مواد معلق در تعدادی از کشورهای جهان (گرم در روز)

نام کشور	سرانه BOD_5	سرانه مواد معلق
برزیل	۵۰	۵۰
هند	۴۵ – ۳۰	۵۰ – ۴۰
کنیا	۳۵ – ۲۵	-
زامبیا	۳۶	۴۰
کانادا	۱۰۰ - ۸۰	۱۲۰ - ۱۰۰

جدول ۳-۵- مقدار BOD5، TSS و TDS فاضلاب جوامع کوچک و روستایی تعدادی از کشورهای جهان (میلی‌گرم در لیتر)

نام کشور	BOD5	TSS	TDS
انگلیس	۳۲۴	۳۲۱	-
هند	۲۸۲	۴۰۲	۱۰۶۰
کنیا	۴۴۸	۵۵۰	۵۰۳

جدول ۳-۶- میزان فاضلاب غیرخانگی تولیدی در جوامع کوچک و روستایی در کشور

منابع	واحد	میزان فاضلاب تولیدی به ازای هر واحد (لیتر در روز)	
		محدوده	حد متعارف
بیمارستان یا درمانگاه	به ازای هر تخت	۹۵۰ – ۵۰۰	۶۵۰
	به ازای هر بیمار	۶۰ – ۲۰	۴۰
مدرسه	به ازای هر دانش آموز	۶۵ – ۲۰	۴۰
ادارات	به ازای هر کارمند	۶۵ – ۳۰	۵۵
مغازه	به ازای هر فروشنده	۵۰ - ۳۰	۴۴

در جدول (۳-۷) مقدار سرانه آلاینده‌های اصلی فاضلاب برای مناطق روستایی کشور به صورت نمونه ارائه شده است.

جدول ۳-۷- مقدار سرانه آلاینده‌های اصلی فاضلاب پیشنهاد شده برای مناطق روستایی کشور (گرم- روز)

پارامتر کیفی	محدوده
BOD5	۵۰ – ۳۵
COD	۱۰۰ – ۷۰
مواد معلق	۸۰ – ۵۰
کل نیتروژن	۱۰ – ۸
کل فسفر	۳ – ۱/۵

omoorepeyman.ir

۳-۵-۲- روش‌های تعیین کیفیت فاضلاب روستایی

شناخت نوع آلایندها و غلظت آن‌ها در فا ضلاب نقش ا سا سی در انتخاب روش جمع‌آوری و فرایند ت صفیه فا ضلاب دارد. مناسب‌ترین روش برای تعیین ویژگی‌های کیفی فاضلاب در یک روستا یا جامعه کوچک نمونه‌گیری از فاضلاب تولیدی در آنجا و آزمایش آن است. در صورت عدم وجود شبکه و یا عدم امکان نمونه‌برداری از فاضلاب تولیدی، می‌توان از اطلاعات کیفی در د سترس از سایر رو ستاهای م شابه، یا رو ستاهای ک شورهای م شابه با شرایط ک شور ما و یا کیفیت فاضلاب شهری کشور و با در نظر گرفتن شرایط روستاهای کشور در آن‌ها از جوانب مختلف استفاده نمود.

۳-۵-۳- چک لیست تعیین مشخصه‌های کمی و کیفی فاضلاب

الف- اطلاعات لازم برای تعیین مشخصات کمی فاضلاب

- مشخصات جامعه کوچک
- موقعیت و اندازه
- جمعیت(فعلی و آتی، تغییرات فصلی)
- ویژگی‌های خاص(گردشگر پذیر، زیارتی و ...)
- شرایط فرهنگی و رسوم
- شرایط آب و هوایی و اقلیم(دما، بارش و ...)
- سطح آب‌های زیرزمینی
- منابع تولیدکننده فاضلاب(اجزای تشکیل دهنده)
- منبع آب مصرفی و نوع سامانه آبرسانی
- سرانه آب مصرفی
- نوسانات ساعتی میزان مصرف آب
- تخمین ضریب تبدیل آب به فاضلاب
- کیفیت و مطلوبیت آب مصرفی
- میزان آب بهاء و نحوه محاسبه هزینه آب مصرفی برای جامعه
- وجود یا عدم وجود شبکه فاضلاب قبلی
- اطلاعات در دسترس از سایر جوامع با شرایط مشابه

پارامترهایی که در این زمینه باید تعیین شوند عبارتند از:

- سرانه مصرف آب برای مصارف مختلف
- سرانه تولید فاضلاب

omoorepeyman.ir

- میزان رواناب و نشتاب
- ضریب حداقل و حداکثر جریان فاضلاب
- جریان‌های مهم برای طراحی (متوسط روزانه، حداقل و حداکثر روزانه و ...)

ب- اطلاعات لازم برای تعیین مشخصات کیفی فاضلاب

- محل‌های تولید فاضلاب
- مشخصه‌های کمی فاضلاب
- کیفیت آب مصرفی
- نوع و محل تولید فاضلاب‌های خاص
- اطلاعات حاصل از نمونه‌برداری‌های صورت گرفته

پارامترهایی که در این زمینه باید تعیین شوند عبارتند از:

- پارامترهای فیزیکی (جامدات کل، محلول و معلق، معلق قابل ته‌نشینی، کدورت، دما و ...)
- مشخصات شیمیایی (قلیائیت، pH، BOD، COD، ازت، فسفر، سولفات، کلرور، فلزات سنگین و ...)
- مشخصات میکروبی
- امکان تغییر در مشخصه‌های کیفی فاضلاب (ساعتی،روزانه و فصلی)

omoorepeyman.ir

فصل ۴

انتخاب الگو مناسب مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱- کلیات

در جوامع کوچک و روستایی به دلیل پراکندگی ساختمان‌ها، پایین بودن حجم فاضلاب تولیدی و مسائلی از این قبیل، روش‌هایی که برای جمع‌آوری و دفع فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند، عموماً به دو روش کلی جمع‌آوری و تصفیه در محل[۱] یا غیرمتمرکز(فاقد شبکه جمع‌آوری) و دور از محل یا متمرکز(دارای شبکه جمع‌آوری) تقسیم‌بندی می‌شود. از روش‌های تصفیه در محل می‌توان به روش‌های چاه جذبی و سپتیک تانک اشاره نمود که در این روش‌ها نیاز چندانی به شبکه‌های جمع‌آوری نمی‌باشد. در روش‌های دور از محل یا متمرکز فاضلاب پس از جمع‌آوری توسط یکی از شبکه‌های متعارف و یا غیرمتعارف که می‌تواند مجزا و یا مختلط باشد، فاضلاب برای تصفیه و دفع به محل تصفیه‌خانه منتقل می‌شود. در این روش‌ها، اعم از متمرکز و غیرمتمرکز، تصفیه فاضلاب با استفاده از روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و یا تلفیق این روش‌ها قابل انجام می‌باشد.

۴-۲- انواع سامانه‌های مدیریت فاضلاب

۴-۲-۱- سامانه فاضلاب غیرمتمرکز

این مفهوم عموماً بر سامانه‌های تک و مجزای تصفیه فاضلاب در محل و یا سامانه‌های چندگانه تصفیه در محل برای یک تولیدکننده فاضلاب یا مجموعه‌ای از تولید کنندگان(مانند سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب خوشه‌ای[۲]) دلالت دارد، یعنی فاضلاب به صورت محلی جمع‌آوری، تصفیه و دفع می‌شود و یا مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر برای تصفیه فاضلاب تولید شده شهرهای کوچک، روستاها یا مناطق دور افتاده که احداث سامانه‌های متمرکز تصفیه فاضلاب از نظر فنی، زیست محیطی و اقتصادی به صرفه نیست، قابل استفاده می‌باشند.

در مناطقی که به دلایل مختلف اعم از پایین بودن جمعیت، پراکندگی ساختمان‌ها، توپوگرافی منطقه، بافت و نوع خاک، فصلی بودن سکونت و ... احداث شبکه برای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب از لحاظ فنی یا اقتصادی قابل انجام نمی‌باشد، از روش‌های تصفیه در محل می‌توان بهره گرفت. در این روش به سبب عدم احداث شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال، هزینه‌های مربوط به شبکه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند.

سامانه‌های فاضلاب غیرمتمرکز، سامانه‌هایی می‌باشند که به طور معمول در محل(خانه) نصب و مدیریت می‌شوند و می‌تواند شامل اجزایی برای تحت پوشش قرار دادن یک یا چند خانه را به طور هم‌زمان باشند. در این روش ممکن است مانند چاه‌های جذبی و سپتیک تانک‌ها دفع در همان محل صورت گیرد و یا ممکن است به صورت منطقه‌ای و در چند نقطه از یک اجتماع این موضوع صورت پذیرد.

omoorepeyman.ir

۱- Onsite
۲- Cluster Systems

مدیریت فاضلاب با این شیوه، امکان استفاده گسترده از روش‌های مقرون به صرفه، مانند استفاده از سامانه‌های دفع در محل و جمع‌آوری فاضلاب به صورت محلی را فراهم می‌آورد و نیاز به سرمایه‌گذاری برای احداث مجاری فاضلاب گسترده و ایستگاه‌های پمپاژ برای انتقال فاضلاب از جوامع به سوی تصفیه‌خانه را حذف و این امکان را دارند که بطور متعدد اجزای بیش‌تر(مدول‌های اضافی) جهت توسعه آتی به آن‌ها اضافه و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

اصلی‌ترین عوامل در انتخاب نوع روش در محل یا غیرمتمرکز برای تصفیه و دفع فاضلاب، مشخصات فاضلاب و انتخاب محل مناسب برای استقرار سامانه مورد نظر می‌باشد. در مورد این سامانه‌ها باید به این نکته توجه شود که ممکن است فقط فاضلاب بخشی از ناحیه مورد مطالعه به صورت غیرمتمرکز مدیریت و در سوی دیگر مدیریت فاضلاب جامعه به صورت متمرکز(شامل سامانه جمع‌آوری فاضلاب، تصفیه‌خانه و سامانه دفع مرکزی) صورت پذیرد.

محدودیت‌هایی که برای سامانه‌های در محل وجود دارند شامل نیاز به پرسنل بیش‌تر برای بهره‌برداری از سامانه، متعدد بودن محل‌های دفع فاضلاب، محدودیت و صعوبت در نظارت و ارزیابی عملکرد سامانه، وابسته بودن به مشارکت‌های عمومی و مردمی به خصوص در زمینه بهره‌برداری و نگهداری، نیاز به تدوین توافقنامه‌ها و وضع قوانین، محدودیت زمین، محدودیت در دفع پساب نهایی در برخی محل‌ها و ... می‌باشد.

سامانه‌های غیرمتمرکز تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک و روستایی مشتمل بر ۲ نوع سامانه‌های در محل و خوشه‌ای می‌باشند:

۴-۲-۱-۱- سامانه‌های در محل

این سامانه ها یکی از فناوری‌هایی هستند که فاضلاب در آن تصفیه شده و در همان محل، بدون استفاده از مجراهای فاضلاب و تصفیه متمرکز به محیط زیست باز می‌گردد. نمونه‌ای از این سیستم تصفیه، سیستم سپتیک تانک است که معمولاً برای خانه‌های منفرد استفاده می‌شود.

۴-۲-۱-۲- سامانه‌های فاضلاب خوشه‌ای

سیستم‌های کوچکی هستند که محله‌های کوچک(مجموعاً کم‌تر از ۱۰۰ خانه – عموماً ۲ تا ۱۰ خانه در یک شاخه) را به یکدیگر متصل می‌کنند. در این سامانه عموماً از روش‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین(تحت فشار، مکشی، ساده شده و با قطر کم) برای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به تأسیسات تصفیه و دفع لجن که تأسیساتی نسبتاً کم هزینه می‌باشند، بهره‌گیری می‌شود که به دلیل همین استفاده از لوله‌های با قطر کم و عمدتاً انعطاف‌پذیر، سهولت اجرا و صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به عملیات اجرایی را به دنبال خواهد داشت. در این سامانه‌ها، فاضلاب تولیدی به وسیله فاضلابروها به تصفیه‌خانه‌های متداول محلی فاضلاب یا واحدهای پیش‌تصفیه و در نهایت فاضلاب تصفیه شده دفع یا توسط سامانه‌های جذب در خاک، در زمین دفع می‌شود. از این‌رو اجزای این سامانه‌ها را می‌توان به بخش‌های جمع‌آوری، پیش‌تصفیه و دفع نهایی تقسیم‌بندی کرد. تأسیسات تصفیه در این رویکرد، می‌تواند همان سامانه تصفیه در محل ولی با ابعاد بزرگ‌تر باشد.

omoorepeyman.ir

مزیت مهم بهره‌گیری از سامانه‌های جمع‌آوری جایگزین، پایین بودن امکان نشت و نفوذ آب به دلیل استفاده از لوله‌های با قطر پایین‌تر می‌باشد و به دنبال آن احتمال ورود بارهای ورودی بالا به واحدهای تصفیه کم‌تر می‌شود. در نهایت موجب افزایش درجه تصفیه، عمر سامانه و در نهایت آلودگی کم‌تر محیط‌زیست می‌باشد.

در مورد شبکه‌های جمع‌آوری مورد استفاده برای این سامانه‌ها و انتخاب نوع آن، کلیه موارد مربوطه در بخش ۵-۳ ارائه خواهد شد.

جهت دفع نهایی، در این سامانه فاضلاب جمع‌آوری شده به شبکه‌های جمع‌آوری متعارف تخلیه تا در نهایت فاضلاب تولیدی به تصفیه‌خانه متمرکز شهری هدایت شود. بسته به شرایط موجود، این گزینه در برخی از جوامع کوچک مقرون به صرفه می‌باشد. در صورت عدم وجود تصفیه‌خانه فاضلاب شهری در نزدیکی سامانه خوشه‌ای و یا عدم امکان ورود جریان اضافی به تصفیه‌خانه فاضلاب شهری می‌توان از سایر گزینه‌های موجود و در دسترس برای تصفیه و دفع فاضلاب بهره گرفت. اگر محل مناسب یا خاک مناسب در نزدیکی این سامانه وجود داشته باشد، پساب خروجی از مخازن سپتیک در سامانه‌های تحت فشار و یا خروجی از مخازن سپتیک در سامانه‌های ثقلی با قطر کم را می‌توان به این نواحی و در نهایت جذب سطحی خاک هدایت کرد. اینگونه پساب‌ها معمولاً ابتدا در یک واحد پیش‌تصفیه همان‌طور که در بالا توضیح داده شد تصفیه می‌شوند تا عملکرد و راندمان سامانه خاک بهبود یابد.

۴-۲-۲- سامانه‌های فاضلاب متمرکز

این مفهوم عموماً بر سامانه‌های دارای بخش‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب به صورت متمرکز و گاهاً در مورد شبکه‌های مرکب همراه با جمع‌آوری آب‌های سطحی دلالت دارد. به عبارت دیگر کلیه فاضلاب تولید شده در جامعه به وسیله یکی از شبکه‌های متعارف و یا غیرمتعارف به یکی از حالت‌های مجزا یا مختلط جمع‌آوری و سپس با استفاده از خطوط انتقال به یک تصفیه‌خانه مرکزی هدایت و در نهایت تصفیه و دفع می‌گردد. لازم به ذکر است در برخی شرایط ممکن است فاضلاب به صورت خوشه‌ای جمع‌آوری و سپس به صورت متمرکز به تصفیه‌خانه منتقل شود.

این سامانه‌ها به خصوص برای مناطق با جمعیت و تراکم بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما در مناطقی که از لحاظ منابع آب محدودیت و سرانه مصرف آب در آن‌ها بسیار پایین است پیشنهاد نمی‌شود. با استفاده از سامانه‌های متمرکز فاضلاب، با انتقال فاضلاب به خارج از جوامع تولیدکننده آن، استفاده از پساب محدود می‌گردد. در یک سامانه متمرکز استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه نیازمند صرف هزینه‌هایی می‌باشد که از جمله آن‌ها سامانه‌ها و تجهیزات مربوط به ایستگاه‌های پمپاژ، خطوط انتقال، مخازن ذخیره و ... جهت استفاده مجدد از آن می‌باشد.

این سامانه‌ها معمولاً جهت استفاده در محدوده‌های زمانی ۲۰ تا ۵۰ سال آینده(افق طرح) طراحی می‌شوند و این موضوع گاهاً سبب بسیار بزرگ بودن تأسیسات در سال‌های ابتدایی بهره‌برداری و محدود بودن اندازه در سال‌های انتهایی می‌گردد. علاوه بر این می‌بایست دارای کارایی بالایی باشند تا بتوانند هم قابلیت تطبیق در محل را داشته باشند و هم بتوانند فاضلاب را با کیفیت مورد انتظار تصفیه کنند.

omoorepeyman.ir

در سامانه‌های متمرکز که دارای ۳ جزء اصلی جمع‌آوری، تصفیه و دفع نهایی می‌باشند، شبکه جمع‌آوری فاضلاب عموماً حدود ۶۰٪ تا ۷۵٪ از کل هزینه لازم برای سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهد و این در حالی است که در سامانه‌های غیرمتمرکز که حتی‌الامکان فاضلاب تولید شده در نزدیکی محل تولید، تصفیه می‌شود، این اجزا فقط تصفیه و دفع را شامل می‌شود و از این حیث هزینه‌ها کاهش می یابد.

۴-۲-۳- سامانه‌های فاضلاب ترکیبی (متمرکز – غیرمتمرکز)

در برخی شرایط ترکیبی از روش‌های متمرکز و غیرمتمرکز اغلب به عنوان عملی‌ترین راه‌حل شناخته می‌شود. در این حالت ممکن است برخی نواحی دارای سامانه غیرمتمرکز و کل منطقه دارای یک سامانه متمرکز باشد و یا کل محدوده به صورت چندین ناحیه جمع‌آوری و تصفیه شود.

جدول ۴-۱- ویژگی‌های اصلی سامانه‌های فاضلاب متمرکز و غیرمتمرکز

راهکار	مزایا	معایب
سامانه‌های متمرکز	– جمع‌آوری کلیه فاضلاب‌ها در یک نقطه – کنترل و بهره‌برداری آسان‌تر	– طولانی شدن مدت زمان اجرا – بالا بودن سرمایه‌گذاری موردنیاز – عدم مشارکت مردم در اجرا و بهره‌برداری – نیاز به نیروی متخصص
سامانه‌های غیرمتمرکز	– راهبری و نگهداری ساده – عدم نیاز به اجرای شبکه جمع‌آوری فاضلاب به صورت کامل – پایین بودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه – کم‌تر بودن مدت زمان اجرا – بالا بودن میزان مشارکت‌های مردمی – نیاز کم‌تر به نیروی متخصص – استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در محل	– متعدد بودن مکان‌های تصفیه فاضلاب – نیاز به پرسنل بیش‌تر برای بهره‌برداری سامانه‌ها – امکان آلودگی زیست محیطی در برخی روش‌ها

۴-۳- انتخاب نوع سامانه مدیریت فاضلاب

گام بعدی پس از مطالعات اولیه و تعیین نیاز یک جامعه برای اجرای سامانه فاضلاب، انتخاب نحوه کلی دفع فاضلاب در آن اجتماع(به صورت متمرکز و غیرمتمرکز یا سامانه‌های فاضلاب در محل) می‌باشد.

همان‌گونه که در قبل به آن اشاره شد، انتخاب هر کدام از این روش‌ها(متمرکز و غیرمتمرکز) باید با توجه به نتایج ارزیابی‌های صورت گرفته باشد که شاخص‌های اصلی در این زمینه عبارتند از:

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۲- انتخاب نوع سامانه مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

شاخص		ساختار کلی سامانه	
		متمرکز	غیرمتمرکز
روش‌های فعلی تصفیه فاضلاب	وجود شبکه‌های سنتی	* (امکان ارتقای سامانه موجود بسته به تجربیات در دسترس)	* (عدم کارایی سامانه موجود بسته به تجربیات در دسترس)
	وجود سپتیک تانک‌ها	* (عدم کارایی سامانه موجود بسته به تجربیات در دسترس)	* (امکان ارتقای سامانه موجود و گسترش آن در سطح جامعه بسته به تجربیات در دسترس)
شرایط جوامع مجاور	وجود تصفیه‌خانه در جوامع مجاور	* (در صورت امکان اتصال شبکه به سامانه جامعه مجاور)	
جمعیت، تراکم جمعیتی و پراکندگی ساختمان‌ها	جمعیت کم و تراکم جمعیتی پایین		* (در مناطق با جمعیت کم ولی تراکم بیش‌تر نسبت به روش در محل، اجرا به صورت خوشه‌ای)
	پراکندگی بالای ساختمان‌ها	(در صورت نیاز به سیستم‌های خوشه‌ای چندگانه در شرایط عدم امکان استفاده از سیستم‌های در محل)	* (در صورت کم بودن ساختمان‌های مجاور هم به نحوی که نتوان سیستم‌های در محل اجرا نمود اجرا به صورت خوشه‌ای)
	تراکم بالا	*	
	رشد جمعیت بسیار بالا در آینده	*	
در دسترس بودن زمین	زمین کافی در محدوه ساختمان‌ها		*
	عدم در دسترس بودن زمین در محدوده ساختمان‌ها و وجود زمین کافی در پایین‌دست	*	
هزینه‌های اجرا	عدم تأمین منابع مالی مناسب برای احداث تصفیه‌خانه متمرکز (با در نظر گرفتن عدم فراهم بودن سایر شرایط)	(در صورت عدم صرفه اقتصادی برای جوامع کوچک و روستایی)	*
نوع خاک	ظرفیت جذب پایین	*	* (در صورت وجود برنامه استفاده مجدد از پساب تصفیه شده) (در صورت وجود محدودیت‌های حاکم بر سیستم‌های درمحل به خصوص شرایط خاک، اجرا به صورت خوشه‌ای)
سطح آب زیرزمینی	سطح بالای آب	* (عدم بهره‌گیری از روش لاگونی)	* (عدم بهره‌گیری از روش دفع درون لایه‌های زمین)

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۴-۲- انتخاب نوع سامانه مدیریت فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

شاخص		ساختار کلی سامانه	
		متمرکز	غیرمتمرکز
توپوگرافی	وجود پستی و بلندی‌های زیاد	(عدم امکان استفاده از روش‌های ثقلی)	*
	شیب بسیار زیاد	* (بهره‌گیری از روش‌های جمع‌آوری جایگزین)	*
مشارکت‌های عمومی	فراهم نمودن زمین، مشارکت در احداث، بهره‌برداری و نگهداری		*
	پذیرش عمومی		*
زیرساخت ها	در دسترس بودن زیرساخت‌ها مانند برق (هم برای سامانه‌های در محل و هم برای تصفیه‌خانه)	*	*
کاربرد مجدد پساب تصفیه شده و لجن	امکان استفاده مجدد در محل		*
	عدم امکان استفاده مجدد	*	
محدودیت منابع آب و سرانه مصرفی آب	مناطق با محدودیت منابع تأمین آب و سرانه مصرف پایین	(احداث سامانه متمرکز در این حالت با توجه به دبی کم منجر به انسداد شبکه خواهد شد)	*
	سرانه بالای مصرف	*	
نیروی متخصص و ماهر	عدم امکان دسترسی به نیروی متخصص برای راهبری تصفیه‌خانه		*
تجربیات و سوابق	وجود تجربیات و سوابق در مورد جوامع و شرایط مشابه	*	*
قوانین و مقررات	طرح جامع کاربری اراضی و حفاظت از منابع (جمعیت، تراکم و رشد جمعیت آینده)	* (بسته به قوانین)	* (بسته به قوانین)
	قوانین محدود کننده (عدم امکان احداث سازه در معابر عمومی)	*	
	ممنوعیت انتقال آب از یک حوضه به حوضه دیگر	*	*
	قوانین نواحی بالادست سدها، ساحلی و دریاچه‌ها و رودخانه‌ها	*	* (عدم امکان دستیابی به استانداردهای وضع شده جهت تخلیه پساب سیستم متمرکز)
	سایر قوانین محدودکننده	*	*

در مورد انتخاب سامانه‌های غیرمتمرکز باید به این موضوع توجه داشت که با توجه به تجربیات نسبتاً کمی که در زمینه اجرای چنین سامانه‌هایی وجود دارد، پیاده‌سازی چنین سامانه‌هایی چالش‌هایی از جمله موارد زیر را پیش رو خواهد داشت و این مستلزم این است که از قبل در مورد آن‌ها اندیشیده شود.

omoorepeyman.ir

- نبود آگاهی و درک عمومی نسبت به این موضوع که تصفیه‌خانه‌های فاضلاب متمرکز عملکرد بهتری دارند، سرمایه‌گذاری صورت گرفته را حفظ می‌کنند و نسبت به سامانه‌های غیرمتمرکز و تصفیه در محل مقبولیت بیش‌تری دارند.
- محدودیت یا ضعف‌های قانونی به خصوص در حوزه‌های محلی نسبت به اجرا و بهره‌برداری از سامانه‌های در محل
- نبود انگیزه‌های تشویقی در مورد اجرای سامانه‌های تصفیه در محل و همچنین نیاز به سرمایه‌گذاری در بخش دانش مهندسی
- عدم سرمایه‌گذاری در بخش فاضلاب روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۵

انتخاب روش مدیریت فاضلاب به صورت متمرکز در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- کلیات

سامانه‌های متمرکز سامانه‌هایی هستند که به صورت یک سایت مرکزی شامل تصفیه‌خانه مرکزی، تجهیزاتی برای جمع‌آوری، دفع یا انتقال فاضلاب برای کل منطقه پیش‌بینی و شامل شبکه جمع‌آوری فاضلاب، سامانه تصفیه، سامانه استفاده مجدد از پساب و سامانه دفع لجن می‌باشند.

در سامانه متمرکز جمع‌آوری کلیه فاضلاب‌ها توسط شبکه جمع‌آوری صورت گیرد و انتقال آن به یک نقطه در خارج از روستا انجام خواهد شد. عموماً شبکه‌های متعارف جمع‌آوری فاضلاب با به کارگیری روش‌های مرسوم لوله‌کشی که در اکثر نقاط کشور کاربرد دارند برای انتقال فاضلاب به تصفیه‌خانه به کار گرفته می‌شوند. اما در جوامع کوچک و مناطق روستایی که اجرای شبکه‌های متعارف مقرون به صرفه نمی‌باشد، در صورت انتخاب روش متمرکز، می‌توان از شبکه‌های جایگزین یا غیرمتعارف بهره‌گیری کرد که شامل روش‌های شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت فشار، شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت خلاء، شبکه ثقلی با قطر کوچک و شبکه متعارف ساده شده می‌باشد. استفاده از هر یک از روش‌های برشمرده به جوانب مختلفی وابسته می‌باشد و نظر کارشناسان منطقه‌ای به موفقیت این امر کمک شایانی می‌نماید.(به مجموعه ضوابط ۸۰۸ - سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین شبکه‌های ثقلی رجوع گردد.)

در روستاهایی که خانه‌ها نزدیک به یکدیگر و در برخی موارد با زمین‌های کشاورزی احاطه شده‌اند، به خصوص در مناطقی که میزان روان آب‌های سطحی زیاد است و فضای کافی برای نصب سامانه فاضلاب در محل وجود ندارد، استفاده از سامانه‌های متمرکز مناسب‌تر می‌باشد.

۵-۲- روش‌های جمع‌آوری فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

روش‌های جمع‌آوری فاضلاب به ۲ دسته کلی روش‌های متعارف و روش‌های غیرمتعارف یا جایگزین طبقه‌بندی می‌شود که روش‌های متعارف در شهرها و جوامع بزرگ و روش‌های جایگزین در جوامع کوچک و یا مناطقی که شبکه‌های متعارف به علل مختلف قابل اجرا نیستند و یا مقرون به صرفه نمی‌باشند، کاربرد دارد. در جوامع کوچک و روستایی با توجه به دبی پایین فاضلاب، کوچک بودن طول شبکه جمع‌آوری، پراکندگی منازل در برخی مناطق و سایر شرایط خاص حاکم در برخی جوامع استفاده از شبکه‌های متعارف برای آن‌ها مناسب و مقرون به صرفه نمی‌باشد. به ویژه در مناطقی با سطح آب زیرزمینی بالا، نامناسب بودن بافت خاک، نبود شیب مناسب، گردشگر پذیر بودن، عدم دسترسی به نیروی بهره‌بردار متخصص، کم عرض بودن معابر و عدم امکان گودبرداری‌های عمیق، کم بودن میزان جریان فاضلاب و یا سایر محدودیت‌های فنی و هیدرولیکی، پراکندگی منازل که اجرا و یا نگهداری از شبکه‌های متعارف هزینه بر می‌باشد، از شبکه‌های جایگزین، می‌توان بهره گرفت.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۱- سامانه فاضلابروی تحت فشار

سیستم‌های فاضلابروی تحت فشار، راهکاری جایگزین برای سیستم‌های فاضلاب متعارف برای جوامع کوچک و روستایی می‌باشد. این روش به خصوص در محل‌هایی که تراکم خانه‌ها کم و زمین نسبتاً هموار می‌باشد، مقرون به صرفه می‌باشد. این روش در محل‌هایی که زمین بسیار صاف و به اصطلاح فلت[۱]، بستر سنگی و یا صخره‌ای و سطح آب زیرزمینی بالا است نیز مؤثر می‌باشد.

۵-۲-۲- سامانه فاضلابروی مکشی (تحت خلاء)

در سامانه‌های فاضلاب مکشی که می‌توانند جایگزینی برای فاضلابروهای ثقلی متعارف باشند، فاضلاب از محل تولید به یک مخزن نگهدارنده فاضلاب وارد و پس از رسیدن به حجم معینی به واسطه ایجاد خلاء، به شبکه جمع‌آوری تخلیه می‌شود. در این نوع شبکه برخلاف شبکه‌های ثقلی متعارف، جهت حرکت و انتقال فاضلاب، از اختلاف فشار در نقاط مختلف شبکه استفاده می شود. این سامانه به دلیل داشتن قابلیت انتقال فاضلاب تا حداکثر ۴/۵ تا ۶ متر و همچنین استفاده از لوله‌های با قطر کم در ترانشه‌های کم عمق، به خصوص در توپوگرافی مسطح یا زمین‌های هموار با تغییرات کم در رقوم ارتفاعی، سطح آب زیرزمینی بالا، تراکم جمعیتی کم و وجود بستر سنگی در عمق‌های کم و در محل‌هایی که امکان برخورد با موانع اجرایی زیرزمینی بالا باشد، قابلیت کاربرد دارد و برخلاف سامانه‌های متعارف در قطرهای کوچک مشکلات بو و خوردگی را ندارند.

۵-۲-۳- فاضلابروهای ثقلی با قطر کم[۲]

فاضلابروهای ثقلی با قطر کم (SDGS) برای مناطق مسکونی با تراکم پایین و اماکن تجاری مناسب می‌باشند. برخلاف سیستم‌های متعارف فاضلاب که قطرهای بزرگی دارند، این روش به مسیر و راستای مستقیم و حفاری و خاکبرداری عمیق نیازمند نمی‌باشد و ممکن است با شیب‌های مختلفی که فقط هد[۳] لازم در جهت مناسب را فراهم می‌کند، اجرا گردد. در این نوع شبکه، امکان رسوب مواد جامد فاضلابروهای جمع‌آوری محدود است و لازم نیست سرعت حرکت فاضلاب در لوله زیاد باشد. در نتیجه قطر و شیب لوله‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب در مقایسه با لوله‌های مشابه شبکه‌های متعارف جمع‌آوری فاضلاب، بسیار کوچک است. در این نوع شبکه تعداد آدم‌روها بسیار کم و می‌تواند در محل‌هایی که توپوگرافی زمین برای فاضلابروهای متعارف ثقلی بسیار صاف و کم شیب و یا مناطق دارای سطح آب زیرزمینی بالا که اجرای شبکه‌های متعارف پرهزینه می‌باشد، اجرا گردد.

omoorepeyman.ir

۱- Flat
۲- Small Diameter Gravity Sewers (SDGS)
۳- Head

۵-۲-۴- سامانه فاضلابروی ساده شده

شبکه جمع‌آوری فاضلاب ساده شده مشابه شبکه فاضلابرو ثقلی متعارف است، اما از لحاظ روش و مبانی و معیارهای طراحی و متعلقات تفاوت‌هایی با آن دارد. از این روش بیش‌تر برای جمع‌آوری فاضلاب در مناطقی که به دلیل وجود شرایط خاص توپوگرافی، زمین‌شناسی، مکانیک خاک، سطح‌آب‌های زیرزمینی، تراکم جمعیت، الگو و نوع معابر و گذرگاه‌ها، مناطق حاشیه‌نشین شهری، بافت‌های فرسوده و یا جوامع روستایی و کوچک که پیاده‌سازی شبکه جمع‌آوری فاضلاب متعارف با مشکلات و هزینه‌های بالایی همراه می‌باشد، استفاده می‌شود.

تعدیل پارامترهای مختلف طراحی از جمله حداقل قطر لوله‌ها، حداقل شیب، حداقل عمق کارگذاری لوله‌ها، فواصل بین آدم‌روها و یا استفاده از واحدهای ساده بازرسی و شستشو به جای آدم‌روها و کاهش سرعت خود شستشویی تا حد ۰/۵ متر بر ثانیه از دلایل اصلی کاهش هزینه‌های اجرایی این سامانه در مقایسه با سامانه جمع‌آوری متعارف است.

۵-۳- انتخاب نوع شبکه جمع‌آوری فاضلاب غیرمتعارف و جایگزین برای جوامع کوچک و روستایی

برای جمع‌آوری و انتقال فاضلاب در یک اجتماع کوچک به روش متمرکز، علاوه بر روش متعارف و ثقلی، گزینه‌های جایگزین دیگری مانند شبکه تحت فشار، مکشی(خلاء)، ساده شده و با قطر کم در دسترس می‌باشد که با توجه به شرایط موجود، باید بهترین و مناسب‌ترین گزینه را از میان آن‌ها انتخاب نمود. (به مجموعه ضوابط ۸۰۸ -سامانه‌های جمع‌آوری فا ضلاب جایگزین شبکه‌های ثقلی- رجوع گردد) مزایا، معایب و موارد کاربرد هر یک از سامانه‌های جمع‌آوری فا ضلاب غیر متعارف و جایگزین در جدول (۵-۱) و مقایسه روش‌های جایگزین در جدول (۵-۲) ارائه شده است:

جدول ۵-۱- مزایا، معایب و کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین

نوع سامانه	مزایا	معایب	موارد کاربرد	هزینه‌ها نسبت به روش متعارف
سیستم جمع‌آوری فاضلاب تحت فشار	- عدم نیاز به شیب‌بندی - کاهش هزینه های احداث شبکه (کاهش قطر – کاهش حفاری و آدم‌رو) - عدم نیاز به ساخت آدم‌رو و جلوگیری از نفوذ نشتاب و آب‌های نفوذی - عدم نیاز به نیروی ثقل به عنوان نیروی محرک فاضلاب - کاهش بار آلی و هیدرولیکی ظرفیت تصفیه‌خانه فاضلاب به علت استفاده از پمپاژ پساب سپتیک تانک - عدم ورود نشتاب به این سیستم - در اطراف ساختمان ها و حتی درختان قابل اجرا است. - در حالت استفاده از پمپ خرد کننده نیاز به سپتیک تانک ندارد. - دانش فنی آن در دسترس است.	- نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی و در نتیجه افزایش مقدار مصرف انرژی - عدم کارایی سامانه در شرایط قطع برق - سپتیک شدن فاضلاب در شبکه و ایجاد بوهای زننده و خوردگی - نیاز به پرسنل متخصص و با تجربه جهت بهره‌برداری - افزایش هزینه های بهره‌برداری و نگهداری - ضرورت آموزش افراد جامعه - برای هر واحد ساختمانی نیاز به پمپاژ است. - در حالت استفاده از پمپ خرد کننده فاضلاب نسبتاً قوی وارد شبکه خواهد شد.	- مناطق با زمین سنگی - مناطق با سطح بالای آب زیرزمینی - مناطق دارای پستی و بلندی زیاد - نواحی با تراز سنگ بستر بالا - مناطق با ساختمان های پراکنده و تراکم کم - نواحی مسطح و صاف و زمین‌های با شیب رو به بالا - مناطق دارای ساختمان‌هایی با تعداد طبقات زیرزمین	- هزینه‌های اولیه و سرمایه گذاری: متوسط تا زیاد - هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری: متوسط

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۱- مزایا، معایب و کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین

نوع سامانه	مزایا	معایب	موارد کاربرد	هزینه‌ها نسبت به روش متعارف
سیستم جمع‌آوری فاضلاب مکشی	- عدم نیاز به شیب‌بندی - عدم نیاز به ساخت آدم‌رو و کاهش میزان نفوذ نشت آب و آب‌های نفوذی - کاهش هزینه‌های احداث شبکه - کاهش قطر لوله اصلی و همچنین هزینه تهیه و نصب فاضلابروی اصلی - عملکرد مناسب در مناطق صاف و بدون شیب، مناطق تپه ماهوری، کاهش عمق خط پروژه - سرویس‌رسانی به چند ساختمان توسط یک شیر خلاء - سهولت نصب با توجه به موانع زیرزمینی - لزوم استفاده از یک سیستم نیرو در ایستگاه مکش - کم‌ترین مشکل تولید بو و خوردگی - دانش فنی آن در دسترس است.	- نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی و در نتیجه افزایش مقدار مصرف انرژی - افزایش وابستگی تامین هزینه‌ها از طریق قبض مشترکین(بیش از ۷۵٪ از کل هزینه‌ها) - نیاز به پرسنل متخصص و باتجربه جهت بهره‌برداری - افزایش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری به علت نیاز به نیروی امدادی جهت رفع نواقص و خرابی‌های سیستم - مشکل‌تر بودن نصب شبکه فاضلابرو اصلی در این روش نسبت به سایر روش‌ها - غیرقابل استفاده بودن برای شرایط روستایی ایران - محدودیت در اتصال به ایستگاه مرکزی مکش(حداکثر ۵۰ خانه)	- زمین‌های مسطح - مناطق با سطح بالای آب زیرزمینی - مناطق دارای خاک های سست و زمین‌های سنگی - مناطق تپه ماهوری با تغییرات بسیار کم رقوم ارتفاعی - نواحی متراکم - نواحی دارای تراز سنگ بستر بالا	- هزینه‌های اولیه و سرمایه‌گذاری: متوسط تا زیاد - هزینه های بهره‌برداری و نگهداری: متوسط تا زیاد
سیستم جمع‌آوری فاضلاب ساده شده	- قابلیت استفاده در جوامع با تراکم زیاد - استفاده از فاضلابروهای با قطر کوچک - استفاده از ترانشه‌های با عمق کم - استفاده از آدم‌روهای ساده‌تر - ساخت و اجرای سریع - سادگی سامانه از نظر اتصالات و انشعابات - عدم نیاز به پرسنل فنی و متخصص برای مراحل ساخت و راهبری و نگهداری آن - پایین بودن میزان نشت آب و آب‌های نفوذی به دلیل استفاده از لوله‌های پلاستیکی با قطر کم و دریچه های شستشو به جای آدم‌رو	- نیاز به آشغالگیری در ورودی‌ها و تخلیه مواد تجمع یافته به صورت دوره‌ای - مشکل در تخلیه مواد زائد در صورت ورود آن‌ها به شبکه - بالا بودن احتمال گرفتگی و مسدود شدن فاضلابروها - عدم وجود تجربیات کافی در مورد طراحی، اجرا و بهره‌برداری از آن	- مناطق شهری و یا حاشیه شهری با تراکم جمعیتی بالا و کم درآمد - در مناطقی که استفاده از سپتیک تانک برای دفع فاضلاب امکان‌پذیر نباشد.	- هزینه‌های اولیه و سرمایه‌گذاری: کم - هزینه های بهره‌برداری و نگهداری: کم

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۱- مزایا، معایب و کاربرد سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین

نوع سامانه	مزایا	معایب	موارد کاربرد	هزینه‌ها نسبت به روش متعارف
سامانه جمع‌آوری فاضلاب با قطر کم	- کاهش زمان و هزینه برای احداث این نوع سامانه - حداقل نیاز به آدم‌رو و در نتیجه کاهش هزینه‌ها - حداقل نیاز به پرسنل برای بهره‌برداری و نگهداری - وابستگی پایین به انرژی - حداقل نیاز به ایستگاه پمپاژ - کاهش مقدار نشتاب و رواناب ورودی به سامانه	- ضرورت احداث سپتیک تانک - نیاز به تخلیه دوره‌ای لجن - پتانسیل بالای تولید بو - افزایش عمق کارگذاری لوله به خصوص در مناطق سردسیر(با توجه به سرد شدن فاضلاب در سپتیک تانک) - در برخی شرایط توپوگرافی ممکن است نیاز به پمپاژ باشد.	- مناطق روستایی - دارای سطح آب زیرزمینی بالا - مناطق دارای پستی و بلندی‌های زیاد - مناطق دارای شیب کم - مناطق دارای جنس زمین ناپایدار، زمین سنگی - معابر دارای عرض کم	- هزینه‌های اولیه و سرمایه‌گذاری: کم - هزینه های بهره‌برداری و نگهداری: کم

جدول ۵-۲- مقایسه سیستم‌های جایگزین جمع‌آوری فاضلاب

نوع فاضلابرو	توپوگرافی مناسب	هزینه ساخت در نواحی صخره‌ای، آب زیرزمینی بالا	پتانسیل سولفید	حداقل شیب با سرعت موردنیاز	نیازهای بهره‌برداری نگهداری	نیاز به نیروی برق
تحت فشار	سربالایی	پایین	متوسط - بالا	بله	متوسط - بالا	متوسط
مکشی	مسطح	پایین	پایین	بله	بالا	بالا
ساده شده	سرازیری	پایین	متوسط	بله	پایین	ندارد
با قطر کم	سرازیری	پایین	متوسط	بله	پایین	ندارد

جدول ۵-۳- ویژگی‌های سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین

		پارامترها													
		دانش فنی طراحی	هزینه‌های اجرایی	سهولت اجرا	نیاز به آدم‌رو	امکان سروس رسانی به چند ساختمان	پیچیدگی تأسیسات و متعلقات	هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری	نیاز به نیروی متخصص و فنی	مشکل تولید بو	نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی	نیاز به پمپاژ فاضلاب	قابلیت حذف بخشی از آلاینده‌های فاضلاب	نیاز به افراد جامعه برای راهبری و آموزش آن‌ها	ویژگی‌ها
نوع روش جمع‌آوری فاضلاب	تحت فشار	زیاد	بالا	دشوار	ندارد	دارد	زیاد	زیاد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	زیاد	کارایی در: - مناطق مرتفع، دارای شیب کم و تپه ماهوری - سخت و سنگی، سطح آب زیرزمینی بالا سپتیک شدن فاضلاب در شبکه توقف سامانه در صورت خرابی پمپ یا قطع برق
	مکشی	زیاد	بالا	دشوار	ندارد	دارد	زیاد	زیاد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	زیاد	کارایی در: - زمین‌های ناپایدار، شیب کم و سنگی - دارای موانع اجرایی زیرزمینی عدم تماس با گاز هیدروژن سولفید

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۳- ویژگی‌های سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب جایگزین

	پارامترها													ویژگی‌ها
	دانش فنی طراحی	هزینه‌های اجرایی	سهولت اجرا	نیاز به آدم‌رو	امکان سرویس رسانی به چند ساختمان	پیچیدگی تأسیسات و متعلقات	هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری	نیاز به نیروی متخصص و فنی	مشکل تولید بو	نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی	نیاز به پمپاژ فاضلاب	قابلیت حذف بخشی از آلاینده‌های فاضلاب	نیاز به افراد جامعه برای راهبری و آموزش آن‌ها	
با قطر کم	متوسط	متوسط	ساده	دارد	دارد	متوسط	متوسط	دارد	دارد	ندارد	ندارد	دارد	متوسط	کارایی در: – زمین‌های ناپایدار، سنگی، شیب کم، عرض معابر کم، سطح آب زیرزمینی بالا پایین‌تر بودن میزان نشتاب
ساده شده	متوسط	کم	ساده	دارد	ندارد	کم	کم	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	کم	کارایی در: – مناطق با تراکم بالا و درآمد پایین پایین‌تر بودن میزان نشتاب

چک لیست اطلاعات مورد نیاز جهت انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری انواع شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

الف- انتخاب نوع شبکه:

- جمعیت تحت پو شش شبکه در ابتدا و انتهای دوره طرح - تراکم جمعیت و پراکندگی منازل
- میزان فاضلاب تولیدی
- وضعیت معابر و شرایط و امکانات محلی
- نوع، بافت و نفوذپذیری خاک
- توپوگرافی و شیب زمین
- عمق آب‌های زیرزمینی
- شرایط زیست‌محیطی و شرایط اقلیمی
- شرایط اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی
- سامانه موجود برای دفع فاضلاب

ب- طراحی:

- مشخصه‌های کمی فاضلاب
- مشخصه‌های کیفی فاضلاب
- مبانی طراحی

پ- اجرا:

- نقشه‌های اجرایی و مشخصات فاضلابروها
- مشخصات و محل اجرای اجزای مختلف شبکه
- مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک
- برآورد اقتصادی
- سازمان و روش اجرا

omoorepeyman.ir

فصل ۶

انتخاب روش مناسب تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶-۱- کلیات

تصفیه فاضلاب طی مجموعه‌ای از مراحل انجام می‌شود که بسته به شرایط و منابع در دسترس برای بهره‌برداری می‌تواند اثربخشی و پیچیدگی فزاینده‌ای داشته باشد. با هدف ارائه راهنماهایی به خصوص در زمینه‌های فنی، فیزیکی و تا حدی اقتصادی، در این بخش فهرستی از معیارها ارائه خواهد شد که می‌تواند به شناسایی زیرمجموعه‌ای از روش‌ها و فناوری‌های «مناسب» تصفیه فاضلاب کمک کند. بنابراین، این بخش بر معرفی روش‌های تصفیه فاضلاب که برای جوامع کوچک مناسب است، تمرکز دارد.

۶-۲- انواع سیستم‌های تصفیه فاضلاب

سیستم‌های تصفیه فاضلاب می‌توانند سیستم‌های طبیعی(یا گسترده) و مکانیکی(یا عمدتاً متراکم) باشند. در سیستم‌های گسترده، مانند برکه‌های بی‌هوازی و اختیاری، نرخ تصفیه معمولاً نسبتاً آهسته و برای دستیابی به سطوح تصفیه قابل قبول، به زمان‌های ماند و زمین زیاد نیاز دارند. سیستم‌های متراکم مانند لاگون‌های هوادهی، بر اساس نرخ‌های واکنش بالاتر طراحی می‌شوند، که منجر به حجم کم‌تر حوض‌ها و مساحت کوچک‌تر برای تصفیه‌خانه می‌شود، اما از لحاظ فنی پیچیده‌تر و بنابراین معمولاً نیاز به پرسنل ماهر، تعمیر و نگهداری منظم و انرژی جهت مصرف واحدها دارند.

سیستم‌های تصفیه طبیعی یا گسترده با توجه به نیاز انرژی کم‌تر تا حد امکان برای جوامع کوچک در اولویت قرار می‌گیرند. اما در شرایط وجود محدودیت در زمین، روش‌های دیگری در دسترس هستند که دارای فناوری پیچیده‌تر اما نرخ تصفیه بالاتر با استفاده از یک طرح کوچک‌تر می‌باشند.

۶-۳- سطوح تصفیه فاضلاب

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به طور معمول به سطوح مختلف تصفیه گروه‌بندی می‌شوند که معمولاً به عنوان تصفیه اولیه، ثانویه و ثالثیه شناخته می‌شوند. مراحل تصفیه اضافی شامل تصفیه پیشرفته و تصفیه لجن است. این سطوح تصفیه، گروه‌بندی اولیه واحدهای فرایندی برای دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده را همانند جدول (۶-۱) ارائه می‌دهد. معرفی روش‌های تصفیه ارائه شده در این راهنما بر سطوح اولیه، ثانویه و ثالثیه تصفیه فاضلاب تمرکز دارند و برای پیش‌تصفیه یا تصفیه لجن به‌صورت کلی‌تر ارائه می‌شود. توالی که معمولاً در تأسیسات تصفیه مورد توجه قرار می‌گیرد، شامل مراحل تصفیه اولیه، ثانویه و ثالثیه است که به عنوان زنجیره تصفیه فاضلاب شناخته می‌شود. به طور مشابه، زنجیره تصفیه لجن مراحل متعددی را که برای تصفیه لجن تولید شده از زنجیره تصفیه فاضلاب موردنیاز است، توصیف می‌کنند. زنجیره تصفیه فاضلاب و تصفیه لجن مناسب در بخش‌های آتی ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱- سطوح تصفیه فاضلاب

سطح تصفیه	شرح
پیش‌تصفیه (تصفیه اولیه)	پیش‌تصفیه و یا تصفیه اولیه برای جوامع کوچک و روستایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. فرایندهای پیش‌تصفیه از واحدها و تأسیساتی که در پایین‌دست برای تصفیه فاضلاب در نظر گرفته شده‌اند محافظت می‌کند، سطح عملکردی و راندمان آن‌ها را افزایش می‌دهد و نیاز آن‌ها به عملیات مربوط به نگهداری را کم‌تر می‌نماید. پیش‌تصفیه می‌تواند راهکارهای مناسب و مقرون به صرفه‌ای را برای تصفیه فاضلاب جوامع کوچک فراهم آورد. بسته به کیفیت فاضلابی که قرار است تصفیه شود ممکن است چندین فرایند به عنوان پیش‌تصفیه نیاز باشد.
اولیه	تصفیه اولیه شامل حذف جزئی مواد جامد معلق، مواد آلی و مواد مغذی از جریان فاضلاب می‌باشد. خروجی این فرایندها جریان فاضلابی است که برای تصفیه در واحدهای بیولوژیکی پایین‌دست مناسب می‌باشد. معمولاً فرایندهای اولیه برای تصفیه فاضلاب فرایندهایی فیزیکی مانند ته‌نشینی هستند. البته سایر انواع واحدهای تصفیه از جمله سپتیک تانک یا ایمهاف تانک می‌توانند به صورت مستقل درجه‌ای از تصفیه اولیه را داشته باشند. تصفیه اولیه می‌تواند به کاهش کلیفرم‌های مدفوعی کمک نماید. اما تصفیه ثانویه و گاهاً ثالثیه برای استفاده از پساب در مصارف کشاورزی ضروری می‌باشد.
ثانویه *	هدف از تصفیه ثانویه حذف مواد آلی محلول و کلوئیدی و جامدات معلق باقیمانده در جریان فاضلاب است. طی این روند مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی به بیومس یا لجن تبدیل می‌شوند. تصفیه مؤثر در این مرحله: فرایندهای هوازی که غالباً از طریق هواده‌های مکانیکی به فاضلاب تزریق می‌شود. فرایندهای اختیاری که در آن اکسیژن از طریق تنفس اتمسفری و تنفس جلبک‌ها در لایه سطحی در اختیار باکتری‌ها قرار می‌گیرد. فرایندهای بی‌هوازی که طی آن از باکتری‌های بی‌هوازی برای تبدیل مواد آلی به بیوگاز بهره‌گیری می‌شود. با اینکه تصفیه ثانویه به حذف کلیفرم‌های مدفوعی کمک می‌نمایند، اما برای کاربرد پساب برای مصارف کشاورزی لازم است عملیات دیگری روی آن صورت گیرد.
ثالثیه	تصفیه ثالثیه باعث ارتقای سطحی کیفی پساب نسبت به تصفیه ثانویه از لحاظ سطح نیتروژن، فسفر و مواد جامد معلق می‌شود و پساب بعد از طی این فرایند از لحاظ بهداشتی نیز از درجه بالایی برخوردار خواهد بود.(حذف باکتری‌ها، ویروس‌ها و پاتوژن‌ها) متداول‌ترین فرایندهای مورد استفاده طی این روند گندزدایی نهایی می‌باشد. سایر فرایندها مانند فیلترهای سنگی و فیلتراسیون می‌باشد که برای دستیابی به کیفیتی خاص ممکن است مورد استفاده قرار گیرند.
لجن	در کلیه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب لجن یا بیوسالید به عنوان یک محصول جانبی تولید می‌شود که در جوامع کوچک لازم است قبل از دفع یا استفاده مجدد از آن کاهش حجم داده شوند. بسترهای ساده خشک کردن لجن متداول‌ترین راهکار هستند که باعث آبگیری لجن و کاهش پاتوژن‌های آن می‌شود. قبل از استفاده این لجن در مصارف کشاورزی لازم است میزان پاتوژن‌های آن از طریق روش‌های دیگر کاهش داده شود.

* با توجه به لزوم حذف عوامل میکروبی و بیماری‌زا، گندزدایی از الزامات تصفیه ثانویه می‌باشد.

۶-۴- گزینه‌های پیش‌تصفیه و ملاحظات فرایندی برای جوامع کوچک و روستایی

همان‌طور که در جدول (۶-۱) ذکر شد، پیش‌تصفیه برای محافظت از واحدها و تجهیزات فرایندی تصفیه در پایین‌دست در برابر ماده یا موادی که می‌تواند عملکرد و یا شرایط تعمیر و نگهداری آن‌ها را مختل کند، ضروری است. نمونه‌هایی از محتویات یا خواص فاضلاب که می‌تواند شرایط تعمیر و نگهداری را بیش از حد تغییر دهد شامل مواد درشت، سنگ ریزه، روغن و گریس و همچنین تغییرات شدید در غلظت فاضلاب و حجم جریان ورودی است. حفاظت از سیستم‌های تصفیه فاضلاب به واسطه پیش‌بینی واحد پیش‌تصفیه به ویژه در جوامع کوچک به پایدار بودن روند تصفیه فاضلاب و مقرون به

omoorepeyman.ir

صرفه بودن آن‌ها کمک می‌کند. جدول (۶-۲) گزینه‌های معمول پیش‌تصفیه و ملاحظات فرآیند را برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جوامع کوچک نشان می‌دهد.

جدول ۶-۲- گزینه‌های پیش‌تصفیه متداول و ملاحظات فرایندی برای تصفیه فاضلاب جوامع کوچک

هدف پیش‌تصفیه	گزینه پیش‌تصفیه یا ملاحظات فرایند	شرح
حذف ذرات درشت(سنگ، تکه چوب، زباله، برگ و ...) که می‌توانند به پمپ‌ها و سایر تجهیزات آسیب برساند و یا باعث اختلال در روند تصفیه شوند	آشغالگیری	آشغالگیرهای میله‌ای قادر به حذف ذرات درشت از جریان فاضلاب که ممکن است باعث آسیب رساندن به پمپ‌ها و اختلال در روند فرایندی شوند، می‌باشند. بسته به نیاز پایین‌دست آشغالگیرها با دهانه‌های مختلف و مکانیزم‌های مختلف برای پاکسازی در دسترس می‌باشد. اهمیت این فرایند به حدی است که به عنوان نمونه در تصفیه به روش UASB با این کار می‌توان شکل‌گیری کفاب را به حداقل رساند.
حذف دانه‌ها که پتانسیل ایجاد گرفتگی، وارد شدن خسارت به تجهیزات و کاهش راندمان را به دنبال دارند	دانه‌گیر - تجهیزات حذف دانه	دانه‌ها مواد جامدی در جریان فاضلاب هستند که از جامدات قابل تجزیه بیولوژیکی آلی سنگین‌تر می‌باشند. اگر این جامدات حذف نشوند، دانه‌ها ممکن است باعث گرفتگی در پایین‌دست، کاهش راندمان سیستم به واسطه اشغال فضای مفید سیستم و ساییدگی در بخش‌های مختلف شوند. دانه‌گیری باید بعد از آشغالگیری و قبل از تصفیه مقدماتی انجام گیرد. انواع مختلف دانه‌گیرها کانال دانه‌گیری با جریان افقی، دانه‌گیر با جریان گردابی(ورتکس) و دانه‌گیری با استفاده از هوادهی می‌باشد.
وجود سطوح مختلف ویسکوزیته و دانسیته	حذف روغن و گریس	حذف روغن و گریس از فاضلاب شامل جدا سازی مواد یا ترکیباتی از فاضلاب است که دانسیته کم‌تر دارند و معمولاً از طریق جداسازی گرانشی، شناورسازی یا عملیات شیمیایی قابل حذف می‌باشند. واحدهایی که برای حذف گریس و روغن به کار گرفته می شوند همچنین می‌توانند برخی مواد مانند کف، زباله‌ها، دترجنت‌ها، پلاستیک‌ها و مانند آن‌ها را حذف نمایند.
وجود شرایط متغیر، مانند غلظت یا جریان غیریکنواخت	متعادل‌سازی	فرایندهای تصفیه فاضلاب به خصوص فرایندهایی که به صورت بیولوژیکی می‌باشند، باید دارای شرایط یکنواختی باشند و هرگونه شوک و تغییر ناگهانی در شرایط جریان و غلظت مواد موجود در فاضلاب مثلاً غلظت مواد آلی می‌تواند منجر به پایین آمدن راندمان شود. یکسان سازی می‌تواند برای حذف یا کاهش تغییرات جریان فاضلاب که ممکن است در طول روز ایجاد شود(متعادل سازی جریان) و کاهش تغییرات غلظت در فاضلاب(متعادل سازی غلظتی) به کار گرفته شود. هدف از استفاده از این واحد عبارت است از: - فراهم‌سازی جریان ثابت فاضلاب و جلوگیری از اثرگذاری جریان‌های پیک روی فرایندهای بیولوژیکی. این روند باعث کاهش مصرف مواد شیمیایی و افزایش پایداری سیستم می‌شود. - پیشگیری از بای پس جریان به خصوص در زمان بروز بارش و ورود رواناب به تصفیه‌خانه - تخلیه پساب با کیفیت ثابت‌تر در محیط دریافت‌کننده، در نتیجه خطر عدم انطباق با استانداردهای پساب کاهش می‌یابد.
نیاز به نظارت/کنترل پیوسته جریان در سیستم برای بهبود پایداری تصفیه فاضلاب	دستگاه‌های اندازه‌گیری و توزیع جریان	کلیه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب حداقل برای جریان‌های ورودی و خروجی نیاز به ابزار و تجهیزات اندازه‌گیری جریان دارند. (پارشال فلوم و دبی‌سنج‌های مختلف) تجهیزات توزیع جریان مانند حوضچه‌های توزیع، مقسم‌ها و مانند آن‌ها اجزای کلیدی در یک تصفیه‌خانه فاضلاب هستند وظیفه توزیع متناسب جریان فاضلاب در بخش‌های مختلف را دارند.

omoorepeyman.ir

۶-۵- پیش انتخاب روش مناسب تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک

اگرچه طیف گسترده‌ای از روش‌ها برای تصفیه فاضلاب وجود دارد، اما همه آن‌ها برای نیازهای مرتبط با تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در جوامع کوچک مناسب نیستند. بنابراین، برای محدود کردن گزینه‌های موجود در این راهنما به عنوان مناسب‌ترین گزینه، روش‌های لیست شده در جدول (۶-۳) با استفاده از معیارهای پیش‌انتخاب در فهرست کوتاه قرار گرفته‌اند و تمرکز این راهنما بر این روش‌های از پیش انتخاب شده می‌باشد.

این فهرست کوتاه در دو مرحله ایجاد شده است:

۱- ابتدا فهرست بلندی از روش‌ها تهیه شده است: برای تهیه این فهرست معیارهای زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- روش‌هایی که به خوبی شناخته شده می‌باشند در این فهرست قرار گرفته‌اند و روش‌هایی که فقط و به صورت موردی در برخی تصفیه‌خانه‌ها اجرا شده‌اند، در این فهرست قرار داده نشده‌اند.
- به صورت پیش فرض، جدیدترین نوع یک فرایند در لیست گنجانده شده است.
- روش‌های جدید فقط در صورتی در این لیست گنجانده شده‌اند که کارامدی خود را نشان داده و از راندمان مناسبی برخوردار باشند.
- لزوماً همه گونه‌های مختلف یک فرایند برای جوامع کوچک مناسب نمی‌باشند و از این‌رو در این لیست جای نگرفته‌اند.

با توجه به موارد فوق، لیستی از روش‌ها و فرایندهای ممکن برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی در جدول (۶-۳) ارائه شده است.

۲- سپس، فهرست طولانی برمبنای معیارهای از پیش انتخاب شده، ارزیابی و منجر به حذف برخی روش‌ها در صورت نامناسب بودن برای تصفیه فاضلاب جوامع کوچک شد. در ادامه فقط روش‌های باقی‌مانده بیش‌تر به عنوان بخشی از این راهنما توسعه داده می‌شوند.

فهرست بلند تهیه شده در مرحله قبل با استفاده از سه معیار خاص زیر به منظور شناسایی لیست کوتاهی از گزینه‌های مناسب برای جوامع کوچک محدود شد:

- ظرفیت روش موردنظر باید مناسب برای جوامع کوچک باشد.
- روش موردنظر باید بهره‌برداری ساده و ریسک‌های بهره‌برداری پایینی داشته باشد.
- هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیاتی و بهره‌برداری مرتبط با روش موردنظر باید مقرون به صرفه باشند.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۳- لیست کلی روش‌های تصفیه و پیش انتخاب روش مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی

روش	علامت اختصاری	قابلیت کاربرد برای جوامع با جمعیت معادل تولید 3000 Kg BOD5/d و کم‌تر	بهره‌برداری آسان با کم‌ترین ریسک	سرمایه‌گذاری کم و متناسب با شرایط جوامع کوچک تا متوسط
تصفیه اولیه (فقط اولیه)				
سپتیک تانک	ST	فقط برای ساختمان‌های منفرد و سامانه خوشه‌ای	بله	بله
هاضم بیوگاز	BD		بله	بله
ایمهاف تانک	IMH		بله	بله
تصفیه اولیه به همراه ثانویه				
رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی	ABR	بله	بله	بله
فیلتر بی‌هوازی	ANF	بله	بله	بله
برکه تثبیت فاضلاب	WSP	بله	بله	بله
لاگون هوادهی	AL	بله	بله	بله
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای	CW (1-st)	بله	بله	بله
وتلند ساخته شده هیبریدی	CW (Hybrid)	بله	بله	بله
رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا	UASB	بله	بله	بله
لجن فعال متعارف	CAS	بیش‌تر از 3000 Kg BOD5/d	خیر	خیر
رآکتور ناپیوسته متوالی(متعارف)	SBR (Conv)	بیش‌تر از 3000 Kg BOD5/d	خیر	خیر
هوادهی گسترده(نوع لجن فعال)	EA	بله	بله	بله
هوادهی گسترده(نوع SBR)	SBR (EA)	بله	بله	بله
صافی چکنده	TF	بله	بله	بله
تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان	RBC	بله	بله	بله
گونه‌های مختلف فرایند لجن فعال				
بیورآکتور غشایی	MBR	بله	خیر	خیر
لجن فعال ۲ مرحله‌ای با بارگذاری بالا در مرحله ۱	AB	خیر	خیر	خیر
گونه‌های مختلف فرایندهای رشد چسبیده				
فیلترهای هوادهی بیولوژیکی	BAF	بله	خیر	خیر
فرایندهای ترکیبی لجن فعال و رشد چسبیده				
لجن فعال – بیوفیلم ثابت یکپارچه	IFAS	بله	خیر	بله
رآکتور بیولوژیکی با بستر متحرک	MBBR	بله	خیر	بله
صافی چکنده / فرایند تماس جامدات	TF/SC	خیر	بله	بله
UASB-WSP	UASB-WSP	بله	بله	بله
UASB-TF	UASB-TF	بله	بله	بله
UASB-AS	UASB-AS	بله	خیر	بله
تصفیه ثالثیه (اضافی)				
گندزدایی با UV	UV	بله	بله	بله
گندزدایی با کلر	Cl	بله	بله	بله
برکه تکمیلی	PP	بله	بله	بله
فیلتر سنگی	RF	بله	بله	بله
فیلتر ماسه‌ای	SF	بله	خیر	خیر
فیلتر دیسکی چرخان	RDF	بله	بله	بله

@omoorepeyman.ir

برخی از روش‌ها به دلیل نامناسب بودن برای جوامع کوچک در صورتی که هر سه معیار فوق الذکر را برآورده نمی‌کردند، حذف شدند.

در جدول (۶-۳) روش‌های تصفیه فاضلاب که تمام معیارهای پیش انتخاب را برآورده می‌کنند و برای جوامع کوچک و روستایی مناسب تلقی می شوند، انتخاب و روش‌های حذف شده براساس این واقعیت که معیارهای پیش‌انتخابی برای جوامع کوچک را ندارند، در جدول با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.

گزینه‌های باقیمانده مطابق با معیارهای پیش انتخاب مناسب برای جوامع کوچک، در جدول (۶-۴) ارائه شده است. در صورت نیاز به اضافه نمودن سایر روش‌ها به عنوان گزینه‌های بالقوه، می‌توان از معیارهای ارائه شده در این جدول استفاده نمود. برای هر یک از این گزینه‌های انتخاب شده، مشخصات و جوانب آن در فصول آتی ارائه خواهد شد.

جدول ۶-۴– لیست کوتاه روش‌های تصفیه مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی

روش‌های تصفیه مناسب برای جوامع کوچک و روستایی
تصفیه اولیه (فقط اولیه)
سپتیک تانک
هاضم بیوگاز
ایمهاف تانک
تصفیه اولیه به همراه ثانویه
رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی
فیلتر بی‌هوازی
برکه تثبیت فاضلاب
لاگون هوادهی
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای
وتلند ساخته شده هیبریدی
رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا
رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی
فیلتر بی‌هوازی
برکه تثبیت فاضلاب
لاگون هوادهی
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای
وتلند ساخته شده هیبریدی
هوادهی گسترده (نوع لجن فعال)
هوادهی گسترده (نوع SBR)
صافی چکنده
تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان
UASB-WSP
UASB-TF
تصفیه ثالثیه (اضافی)
گندزدایی با UV
گندزدایی با کلر
برکه تکمیلی
فیلتر سنگی
فیلتر دیسکی چرخان

omoorepeyman.ir

۶-۶- انتخاب اولیه مناسب‌ترین روش و چیدمان برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

روش‌ها و گزینه‌های مختلفی برای تصفیه فاضلاب در دسترس می‌باشند که برخی از آن‌ها به تنهایی و برخی دیگر به صورت ترکیبی با روشی دیگر(که به زنجیره تصفیه می‌توان تعبیر کرد) می‌توانند اثربخشی بالایی برای اهداف تصفیه فا ضلاب را تأمین نمایند. با این تو ضیح، در این ضابطه برخی از روش‌ها و زنجیره‌های ت صفیه به همراه اجزای مربوط به آن‌ها ارائه شده‌اند.

در جداول (۶-۵) و (۶-۶) روش‌ها و زنجیره‌های تصفیه متداول برای جوامع کوچک و مناطق روستایی ارائه شده است که جدول (۶-۵) مربوط به روش‌های تصفیه فاضلاب و جدول (۶-۶) روش‌های تصفیه لجن را پوشش می‌دهند.

رایج‌ترین الگو برای تصفیه فاضلاب، در برگیرنده هم تصفیه اولیه و هم تصفیه ثانویه می‌باشد. در جدول مربوطه روش‌هایی که پتانسیل این را دارند که در ترکیب با روش‌های اصلی انتخابی در زنجیره فرایندی قرار گیرند، بیان شده‌اند. در روند ت صفیه لجن، متداول‌ترین الگو تغلیظ و آبگیری می‌با شد که هر دوی آن‌ها در جهت کاهش محتویات آب موجود در لجن به کار گرفته می‌شوند.

برای انتخاب روش یا ترکیب روش‌ها، موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

- به غیر از چند روش تصفیه اولیه(اصلی)، پیش‌تصفیه برای تقریباً اکثر روش‌ها یا ترکیب روش‌ها ضروری و اجتناب ناپذیر است.
- گزینه‌های تصفیه اولیه(اصلی) می‌توانند به تنهایی به عنوان روش تصفیه به کار گرفته شوند، اما راندمان کم‌تری خواهند داشت.
- روش‌های ت صفیه ثالثیه، برای ارتقای راندمان و یا عملکرد ت صفیه اولیه و ثانویه به کار گرفته می شود. اما نباید پس از تصفیه اولیه قرار گیرند.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۵- زنجیره تصفیه فاضلاب پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی

روش	علامت اختصاری	زنجیره تصفیه فاضلاب																														
		پیش‌تصفیه			تصفیه اولیه (اصلی)						تصفیه ثانویه															تصفیه ثالثیه							
		آشغالگیری درشت	آشغالگیری ریز	دانه‌گیری / چربی گیری	متعادل سازی	PST	سپتیک تانک	هاضم بیوگاز	ایمهاف تانک	جداسازی مایع / جامد	ABR	UASB	AT	SBR	صافی چکنده با بستر سنگی	صافی چکنده با بستر مواد پلاستیکی	RBC	FST	لاگون هوادهی	برکه بی‌هوازی	برکه اختیاری	برکه تکمیلی	فیلتر بی‌هوازی	فیلتر ماسه‌ای	گندزدایی - UV	گندزدایی - کلر	برکه تکمیلی	فیلتر سنگی	فیلتر چرخان
تصفیه اولیه (فقط تصفیه اولیه)																																
سپتیک تانک	ST						*																									
هاضم بیوگاز	BD							*																								
ایمهاف تانک	IMH	*		*					*																							
تصفیه اولیه + ثانویه																																
راکتور بافل‌دار بی‌هوازی	ABR	*		*							*															++						
فیلتر بی‌هوازی	ANF	*		*			*		++															*		++						
برکه تثبیت فاضلاب	WSP	*		*																		در صورت نیاز				++	++					
لاگون هوادهی	AL	*		*															*									++	++			
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای	CW (1-st)	*		*			*		++		++														*	++	++					
وتلند ساخته شده هیبریدی	CW (Hybrid)	*	*	*			*		++		++														*	++	++					
راکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا	UASB	*		*								*														++	++					
هوادهی گسترده (نوع لجن فعال)	EA	*		*									*													++	++					

@omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۶-۵- زنجیره تصفیه فاضلاب پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی

روش	علامت اختصاری	زنجیره تصفیه فاضلاب																								
		پیش‌تصفیه			تصفیه اولیه (اصلی)					تصفیه ثانویه												تصفیه ثالثیه				
		آشغالگیری درشت	آشغالگیری ریز	دانه‌گیری / چربی گیری	متعادل سازی	PST	سپتیک تانک	هاضم بیوگاز	ایمهاف تانک	جداسازی مایع / جامد	ABR	UASB	AT	SBR	صافی چکنده با بستر سنگی	صافی چکنده با بستر مواد پلاستیکی	RBC	FST	لاگون هوادهی	برکه بی‌هوازی	برکه اختیاری	برکه تکمیلی	فیلتر بی‌هوازی	فیلتر ماسه‌ای	گندزدایی - UV	گندزدایی - کلر	برکه تکمیلی	فیلتر سنگی	فیلتر چرخان
هوادهی گسترده (نوع SBR)	SBR (EA)	*		*										*											++	++			++
صافی چکنده	TF	*		*		*			*		++				++	*		*							++	++			++
تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان	RBC	*		*			*		++		++						*	*							++	++			
UASB-WSP	UASB-WSP	*	*	*																		در صورت نیاز				++		++	
UASB-TF	UASB-TF	*	*	*											++	*		*							++	++			

* اجزای معمول و متعارف

++ اجزای اختیاری (می‌توانند به سیستم اضافه و یا با اجزای دیگر جایگزین شوند)

جدول ۶-۶- زنجیره تصفیه لجن پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی

روش	علامت اختصاری	زنجیره تصفیه لجن														
		UASB	تانک تهنشینی	تغلیظ کننده ثقلی	تغلیظ کننده مکانیکی	هاضم بی‌هوازی	تثبیت کننده هوازی	تغلیظ کننده پیشرفته	آبگیری مکانیکی	بستر لجن خشک کن	خشک کردن با نور خورشید	وتلند	کمپوست کردن	تصفیه سپتاژ	استفاده مجدد مستقیم
تصفیه اولیه (فقط اولیه)															
سپتیک تانک	ST													*	
هاضم بیوگاز	BD														*
ایمهاف تانک	IMH														
تصفیه اولیه + ثانویه															
رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی	ABR									*			++		
فیلتر بی‌هوازی	ANF									*			++		

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۶-۶- زنجیره تصفیه لجن پیشنهادی برای روش‌های پیش انتخاب شده برای جوامع کوچک و روستایی

روش	علامت اختصاری	زنجیره تصفیه لجن												
		UASB	تانک ته‌نشینی	تغلیظ کننده ثقلی	تغلیظ کننده مکانیکی	هاضم بی‌هوازی	تثبیت کننده هوازی	تغلیظ کننده پیشرفته	آبگیری مکانیکی	بستر لجن خشک کن	خشک کردن با نور خورشید	وتلند	کمپوست کردن	تصفیه سپتاژ	استفاده مجدد مستقیم
برکه تثبیت فاضلاب	WSP									*			++		
لاگون هوادهی	AL									*			++		
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای	CW (1-st)									*		++	++		
وتلند ساخته شده هیبریدی	CW (Hybrid)									*		++	++		
رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا	UASB	*							*	++			++		
هوادهی گسترده (نوع لجن فعال)	EA			*	++				*	++	++		++		
هوادهی گسترده (نوع SBR)	SBR (EA)			*	++				*	++	++		++		
صافی چکنده	TF			*	++	++	++	*	*	++	++		++		
تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان	RBC			*	++	++	*	*	++	*					
UASB-WSP	UASB-WSP	*							*	++			++		
UASB-TF	UASB-TF	*		++	++				*	++			++		

* اجزای معمول و متعارف

++ اجزای اختیاری (می‌توانند به سیستم اضافه و یا با اجزای دیگر جایگزین شوند)

۶-۷- شاخص‌های انتخاب نوع سامانه تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

جهت ارزیابی و انتخاب سامانه مناسب برای تصفیه فاضلاب لازم است، اطلاعات لازم زیر مورد توجه قرار گیرند:

۱- ارزیابی محل

- جمعیت از جمله جمعیت حال، آینده، تراکم جمعیت، جمعیت ساکن در فصول مختلف
- محل‌های تولید فاضلاب و اجزای تشکیل‌دهنده فاضلاب
- سرانه تولید فاضلاب

omoorepeyman.ir

- وضعیت موجود دفع فاضلاب
- هیدرولوژی و وضعیت آب و هوا(دما، بارش و وضعیت جوی)
- دمای خاک/ عمق یخیندان/ میزان پوشش برف
- سطح آب‌های زیرزمینی
- زمین و جنس خاک شامل شناخت لایه‌های مختلف آن، بافت و ساختار خاک، میزان نفوذپذیری، توپوگرافی
- موقعیت و شرایط خاص جامعه مانند جاده‌های دسترسی، نزدیکی به شهرها، وجود اماکن و صنایع خاص
- ویژگی‌های زیست محیطی اجتماع
- حوادث غیر مترقبه و سابقه حوادث رخ داده
- قابلیت نحوه دفع فاضلاب تصفیه شده و استفاده مجدد از پساب و لجن
- سایر ویژگی‌ها از جمله شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و ...
- تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در جوامع مجاور

۲- درجه تصفیه موردنیاز

- روش نهایی دفع پساب براساس شرایط موجود
- استانداردها و قوانین بهداشتی و زیست محیطی
- استانداردهای تخلیه و دفع پساب
- استفاده مجدد از پساب و لجن
- ملاحظات اقتصادی

۳- شناخت فرایندها و سامانه‌های مختلف تصفیه

- فرایندهای مختلف برای حذف آلاینده‌ها از فاضلاب
- تجهیزات الکترومکانیکال موردنیاز
- میزان انرژی در دسترس
- میزان کارایی و راندمان هر فرایند برای حذف آلاینده‌ها از فاضلاب
- دسترسی به معیارها و ضوابط طراحی و بهره‌برداری از سامانه و نیروی متخصص
- قابلیت کاربرد سامانه‌های تصفیه با توجه به مشخصه‌های کمی و کیفی فاضلاب موجود
- میزان و کیفیت لجن تولیدی

در روش غیرمتمرکز تصفیه فاضلاب، علاوه بر موضوع تصفیه، دفع پساب نیز مورد توجه می‌باشد. انتخاب روش مناسب برای تصفیه به صورت غیرمتمرکز تابع نتایج حاصل از ارزیابی‌های صورت گرفته می‌باشد. رایج‌ترین سامانه در این روش، سپتیک تانک و محلی برای دفع می‌باشد. در صورت طراحی مناسب این سامانه، انتخاب مناسبی برای تصفیه در محل می‌باشد. دلیل این امر عدم نیاز به آموزش خاص و ویژه برای بهره‌برداری و نگهداری از آن می‌باشد و با توجه به سادگی و

omoorepeyman.ir

هزینه سرمایه‌گذاری صورت گرفته، راندمان نسبتاً خوبی برای حذف آلاینده‌ها از فاضلاب دارد. در صورت عدم انتخاب این روش برای تصفیه در محل فاضلاب، بسته به قرار گرفتن در منطقه موردنظر و شرایط خاک، پساب را می‌توان به صورت ثقلی و یا با استفاده از پمپ در محل دفع تزریق کرد.

شرایطی مانند نفوذپذیری کم خاک، عمق کم و یا نفوذناپذیر لایه زیرسطحی، تراوایی بالای خاک، شیب تند، نبود زمین کافی و در دسترس، سطح بالای آب زیرزمینی و یا وجود منابع آبی سطحی یا زیرزمینی حساس، باعث می شود شرایط برای استفاده از روش‌های رایج در محل فراهم نباشد و از این‌رو ممکن است قابلیت استفاده از برخی روش‌های غیرمتمرکز برای تصفیه فاضلاب براساس مواردی که در جدول (۶-۷) ارائه شده‌اند تحت الشعاع قرار گیرد.

جدول ۶-۷- قابلیت کاربرد سامانه‌های غیرمتمرکز تصفیه و دفع در مناطق با شرایط خاص

روش	کاربرد برای شرایط عادی	نفوذپذیری کم	خاک کم‌عمق روی لایه نفوذناپذیر	نفوذپذیر زیاد	سطح آب زیرزمینی بالا
سپتیک تانک با محل دفع سنتی	√	√	×	×	×
سپتیک تانک با ترانشه‌های دفع مدفون	√	√	×	×	×
سپتیک تانک و توزیع پساب تحت فشار	√	√	√	√	√
سپتیک تانک و فیلتر ماسه‌ای متناوب	√	√	√	√	√
سپتیک تانک و فیلتر ماسه‌ای متناوب تحت فشار	√	√	√	√	√
سپتیک تانک و فیلتر ماسه‌ای متناوب با ترانشه‌های کم عمق	√	×	×	√	√
سپتیک تانک و سامانه پشته‌ای برای دفع	√	×	×	√	√

omoorepeyman.ir

فصل ۷

روش‌های تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۷-۱- کلیات

در این بخش، روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب برای جوامع کوچک و روستایی که در بخش قبل در لیست پیش انتخابی قرار گرفتند، معرفی می‌گردد.

۷-۲- روش‌های تصفیه مناسب برای جوامع کوچک و مناطق روستایی

۷-۲-۱- سپتیک تانک (Septic Tank - ST)

۷-۲-۱-۱- شرح فرایند

- تصفیه اولیه بی‌هوازی

سپتیک تانک رایج‌ترین و ساده‌ترین روش تصفیه‌ای با اندازه کوچک و به صورت غیرمتمرکز در سطح جهان می‌باشد. سپتیک تانک یک محفظه آب‌بند است که تصفیه مقدماتی را از طریق ته‌نشینی و هضم بی‌هوازی به انجام می‌رساند. تصفیه فیزیکی به واسطه دادن زمان ماند به جامدات برای ته‌نشینی حاصل می‌شود. بر اثر ماند فاضلاب در این محفظه ذرات جامد به واسطه ایجاد کفاب روی سطح و ته‌نشین شدن لجن در کف مخزن از فاضلاب جدا می‌شوند. تصفیه بیولوژیکی هم به واسطه هضم بی‌هوازی حاصل و بر اثر آن مقداری بیوگاز تولید می‌شود. این تانک از یک مخزن سرپوشیده بتنی یا پلاستیکی و مسیری برای دفع پساب خروجی تشکیل شده است. در صورت پیش‌بینی حجم بیش‌تر برای مخزن و آشغالگیر در ورودی و خروجی، میزان جدا سازی چربی و روغن افزایش می‌یابد و همچنین با شناور سازی چربی به عنوان مثال در یک واحد جنبی مخزن، می‌توان نسبت به جداسازی آن اقدام نمود. این روش به خصوص در مناطق دارای خاک نفوذپذیر توصیه می‌شود.

- پساب

پساب نهایی از سپتیک تانک را می‌توان در همان محل و به صورت پخش یا تزریق در زمین با هدف استفاده از زمین جهت فیلتراسیون آن دفع نمود.

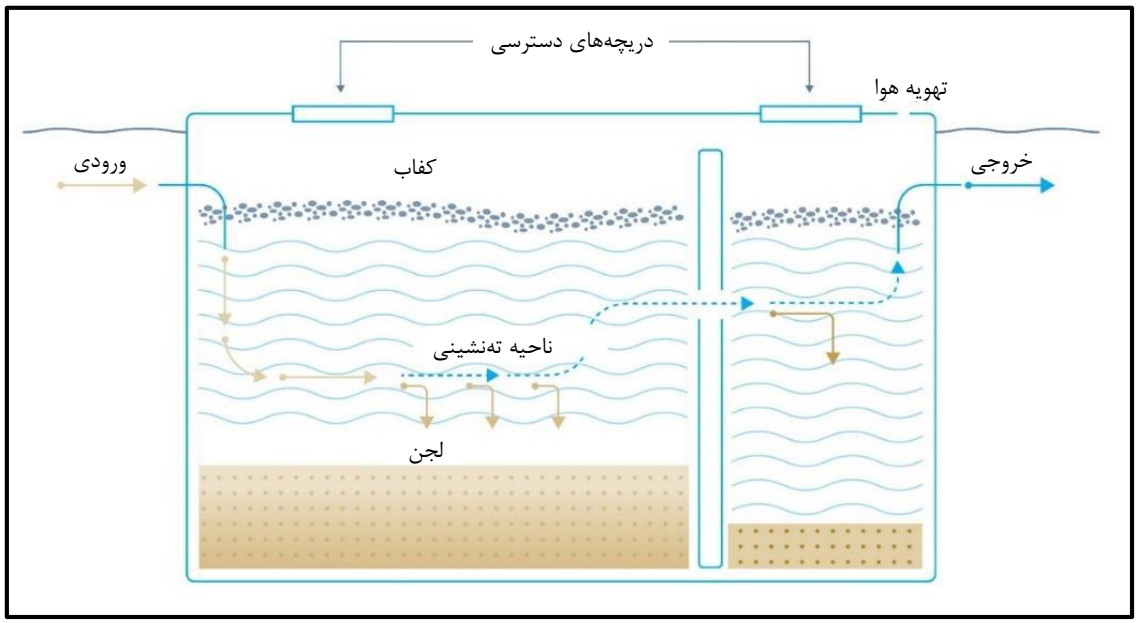
- راندمان

راندمان این سامانه تا حد زیادی به شرایط بهره‌برداری و نگهداری و شرایط آب و هوایی وابسته می‌باشد.

۷-۲-۱-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب حاصل از این روش برای استفاده مجدد مناسب نمی‌باشد.
- بیوگاز تولیدی از این روش به اندازه‌ای نیست که قابل سرمایه‌گذاری و استفاده مجدد باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۱- سپتیک تانک

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
– جمعیت قابل اتصال ● خانه‌های منفرد ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) – رشد جمعیت می‌تواند در محاسبه اندازه آن پیش‌بینی شود. این سیستم نهایتاً تا ۲۰۰ نفر یا معادل آن را می‌تواند پوشش دهد. – برای دفع و تصفیه لجن می‌توان از سیستم های موجود در منطقه بهره‌گیری کرد. – در این سیستم مخلوط کردن مجدد لجن با جریان فاضلاب ورودی مجاز نمی‌باشد. – برای تصفیه مقدماتی فاضلاب‌های حاوی چربی، روغن و مواد شوینده می‌تواند به عنوان یک جدا ساز بسیار مؤثر باشد. – درجه آلودگی فاضلابی که از تانک بیرون می‌رود تقریباً معادل درجه آلودگی فاضلاب خارج شده از تانک‌های ته‌نشینی اولیه می‌باشد.	– روشی ساده با طول عمر مفید بالا – محا سبه اندازه و ساخت آن به تخ صص خاص و پیچیده‌ای نیاز ندارد. – زمین کمی موردنیاز است و می‌تواند به صورت زیرزمینی ساخته شود. – پساب تصفیه شده می‌تواند به صورت در محل در زمین جهت زهکش شدن پخش یا تزریق شود. – در صورت استفاده از این روش در مناطق با تراکم بالا، پخش و تزریق آن در زمین مجاز نمی‌باشد. (با توجه به دبی خاک اشباع و آلوده می‌شود و بالا آمدن آن تا سطح زمین می‌تواند ریسک‌های بهداشتی زیادی را ایجاد نماید.) – با وجود اینکه به صورت آب‌بند اجرا می‌شوند ولی توصیه می‌شود در زمین‌هایی که دارای سطح آب زیرزمینی بالا و یا در معرض سیلاب‌های متناوب می‌باشند، ساخته نشوند. – این سامانه‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که قابلیت نگهداری فاضلاب به همراه لجن و کف را برای مدت حداقل ۲۴ ساعت دارا باشند. (توصیه می‌شود ۲ تا ۳ برابر کل جریان فاضلاب روزانه) – فا صله مخازن نباید از هیچ منبع آبی اطراف خود کم‌تر از ۱۵ متر باشد. – عمق مایع در مخازن حداقل ۱ متر باشد.	– لجن‌زدایی به صورت منظم و دوره‌ای(بسته به حجم لجن تولید شده) – سپتیک تانک در محلی مناسب است که راهی برای پراکندگی یا انتقال پساب وجود داشته باشد. – در صورت جانمایی این تانک در حیاط ساختمان‌ها، ریسک‌های بهداشتی به خصوص در شرایط عدم بهره‌برداری مناسب وجود دارد. – آموزش و آگاهی به مردم برای مشارکت در بهره‌برداری و نگهداری از این سامانه‌ها توصیه می‌شود. – انجام به موقع تعمیرات و بهسازی‌های مورد نیاز

omoorepeyman.ir

۷-۲-۲- هاضم بیوگاز (Biogas Digester - BS)

۷-۲-۲-۱- شرح فرایند

- تصفیه اولیه، فرایند بی‌هوازی، تصفیه لجن

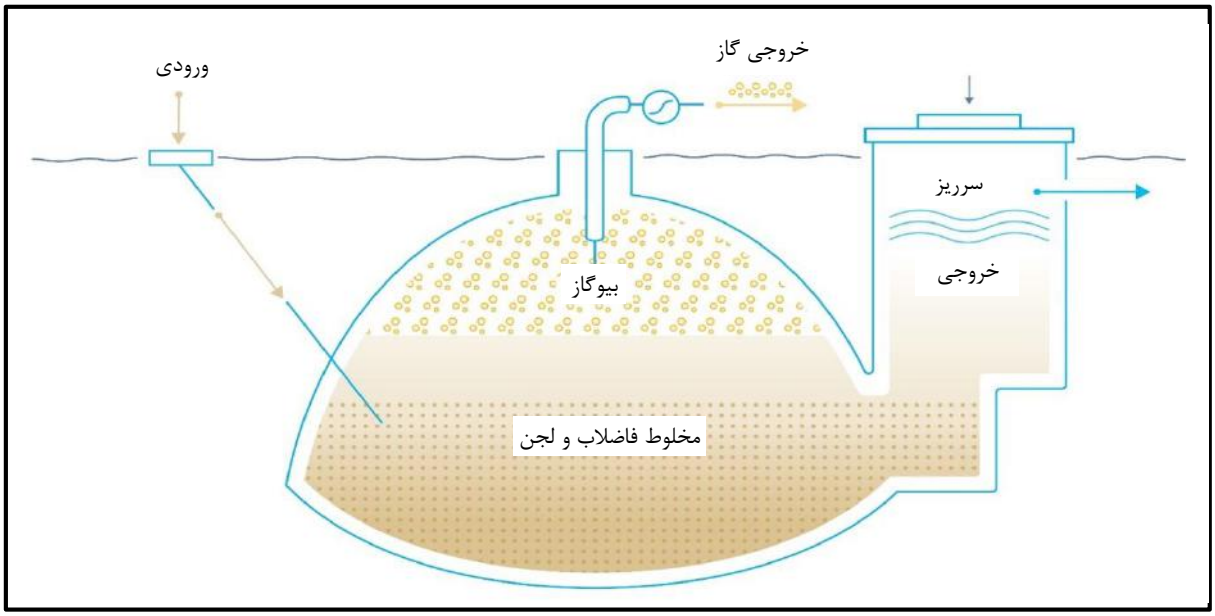
هاضم بیوگاز از محفظه‌ای تشکیل شده است که در آن فاضلاب، لجن و یا جامدات قابل تجزیه بیولوژیکی در معرض شرایط بدون هوادهی با هدف فعال شدن باکتری‌های بی‌هوازی قرار می‌گیرند تا مولکول مواد آلی شکسته و به ترکیبات ساده‌تری تبدیل شوند. هضم بی‌هوازی فرایندی است که در شرایط کمبود اکسیژن یا محیط آنوکسیک رخ می‌دهد. در این شرایط باکتری‌های بی‌هوازی فعال و کربن‌های آلی را به بیوگاز(متان و کربن دی اکسید) تبدیل و یک جریان پساب دوغابی شکل که سرشار از مواد مغذی و آلی است را تولید می‌نماید. این پساب عموماً بدون بو است که پاتوژن‌های آن عمدتاً غیرفعال شده‌اند.

با توجه به اینکه این هاضم عموماً برای فاضلاب‌های قوی به کار گرفته می‌شود، حجم بایوگاز تولیدی آن نیز زیاد است. این فرایند می‌تواند برای تصفیه مواد زائد ارگانیک مانند لجن فاضلاب، مواد حاصل از کشاورزی، زباله‌های جامد شهری، گیاهان و مواد آلی صنعتی بسیار مفید باشد.

۷-۲-۲-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب حاصل از این روش برای استفاده مجدد مناسب نمی‌باشد.
- بیوگاز و لجن تولیدی از این روش قابل سرمایه‌گذاری و استفاده مجدد باشد.
- میزان گاز تولیدی رابطه مستقیم با درصد مواد آلی موجود در فاضلاب دارد.
- مواد حاصل از هضم سرشار از مواد آلی تثبیت شده و مواد مغذی است و می‌تواند به عنوان کود مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۲- هاضم بیوگاز

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال: ● خانه‌های منفرد ● سامانه‌های خوشه‌ای - انرژی و آب موردنیاز: - نیاز به تأمین دائمی انرژی (برق) و آب ندارد. فقط برای تصفیه فاضلاب به کار گرفته نمی‌شود و برای دفع و هضم مواد زائد جامد حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری و همچنین فعالیت‌های صنعتی نیز مناسب می‌باشد. - ترکیب فاضلاب با جامدات زائد آلی برای این روش مجاز است. با این تفاوت که جریان ورودی به آن باید غنی نگه داشته شود و رقیق‌سازی در این روش باعث کاهش راندمان خواهد شد.	- معمولاً رآکتور بیوگاز به طور مستقیم به توالت متصل و نقاطی برای اضافه کردن مواد آلی در نظر گرفته می‌شود. - بنا به دلایل اقتصادی این سیستم برای فاضلاب‌های رقیق و فاضلاب‌های ضعیف از نظر مقدار مواد آلی مناسب نمی‌باشد. - در صورت در دسترس بودن فضای کافی و مناسب بودن شرایط خاک، این سیستم می‌تواند به صورت مدفون اجرا گردد. - ساخت این هاضم نیاز به دانش کافی در زمینه مصالح بنایی دارد. - با توجه به انتشار بیوگاز تولید شده، این سیستم باید حتی‌الامکان نزدیک به محل مصرف گاز ساخته شود.	- پارامتر اصلی در این سیستم زمان ماند هیدرولیکی می‌باشد که نباید از ۱۵ روز در مناطق گرم و ۲۵ روز در مناطق نسبتاً گرم کم‌تر باشد. - این سیستم برای مناطق با دمای کم‌تر از ۱۵ درجه به دلیل کند شدن نرخ تبدیل مواد آلی به بیوگاز مناسب نمی‌باشد.

۷-۲-۳- ایمهاف تانک (Imhoff Tank - IMH)

۷-۲-۳-۱- شرح فرایند

- تصفیه اولیه بی‌هوازی

ایمهاف تانک یک مخزن ته‌نشینی اشتراکی است که فاضلاب خام را به واسطه جدا سازی جامدات و مایع تصفیه می‌کند. جامدات ته‌نشین شده در ادامه در قسمت پایینی سیستم و به صورت بی‌هوازی هضم و تثبیت می‌شوند. شکل V

omoorepeyman.ir

اجازه می‌دهد تا مواد جامد به داخل قسمت هضم بروند و در عین حال از بالا آمدن گاز و اختلال در روند ته‌نشینی جلوگیری می‌کند. وجود دریچه‌های خروج گاز در طرفین سیستم باعث حرکت گازهای تولید شده به آن سمت می‌شود و این حرکت گازها سبب ایجاد لایه کفاب در این بخش‌ها می‌شود. قسمت فوقانی برای ته‌نشینی، قسمت تحتانی برای هضم بی‌هوازی لجن و قسمت کناری نیز برای گازهای جمع شده از هضم بی‌هوازی می‌باشد.

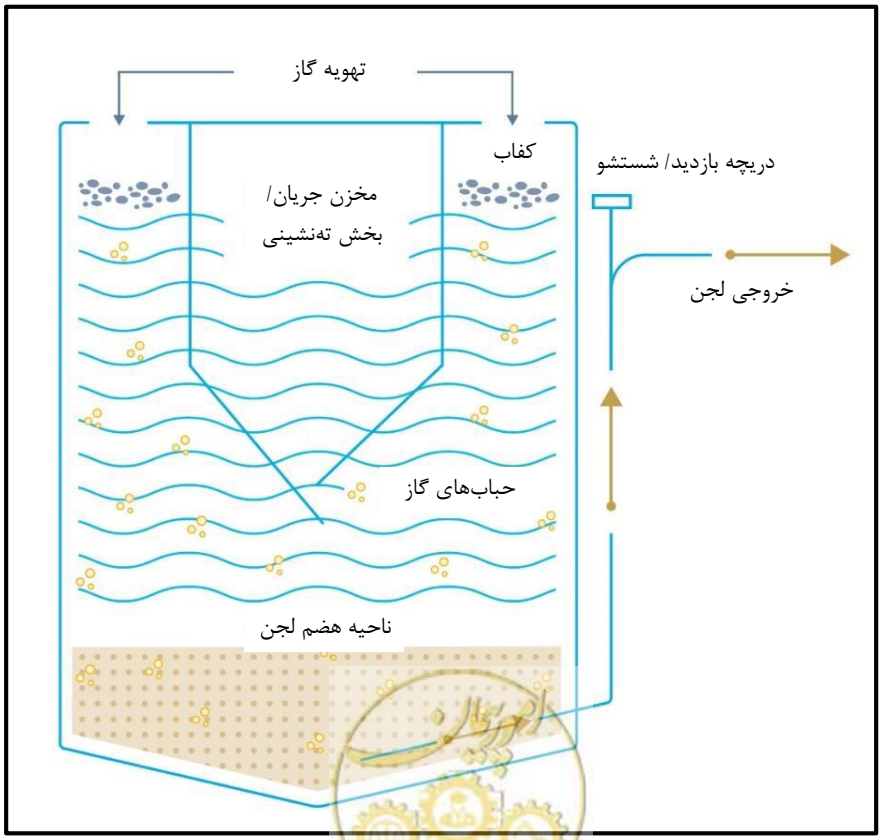
این سیستم برای فاضلاب خانگی و فاضلاب مخلوط مناسب می‌باشد و لازم است عملیات تصفیه بیش‌تری روی پساب آن صورت پذیرد.

مزیت ا صلی این سامانه ترکیب جدا سازی جامد – مایع و تثبیت لجن در یک واحد می‌با شد. با توجه به نوع طراحی این سامانه، گازها و ذرات لجن نمی‌توانند به قسمت ته‌نشینی وارد شوند.

ایمهاف‌ها در جداسازی منطقه ته‌نشینی از منطقه هضم با سپتیک تانک تفاوت دارد.

۷-۲-۳-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب حاصل از این روش برای استفاده مجدد مناسب نمی‌باشد.
- پساب تصفیه شده می‌تواند فقط به دریا و یا رودخانه‌ها تخلیه شود.
- بیوگاز تولیدی از این روش به اندازه‌ای نیست که قابل سرمایه‌گذاری و استفاده مجدد باشد.



شکل ۷-۳- ایمهاف تانک

omoorepeyman.ir

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● خانه‌های منفرد ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) - برای دفع و تصفیه لجن می‌توان از سیستم‌های موجود در منطقه بهره‌گیری کرد. - وارد کردن فاضلاب مخلوط به این سامانه مجاز است. این سیستم در مقابل شوک بار آلی مقاوم است. اما تحمل اضافه بارهای هیدرولیکی را ندارد.	- با توجه به ارتفاع تانک ایمهاف، باید سطح آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شود. - برای احداث این سیستم زمینی با مساحت نسبتاً متوسطی موردنیاز است. - مدت زمان لازم برای توقف فاضلاب در قسمت‌ها بین یک و نیم تا دو ساعت می‌باشد. - این سامانه به عملیات گسترده از جمله تاسیسات برق و تاسیسات ساختمانی و ... نیاز ندارد. - این سامانه قابلیت پیاده‌سازی در مناطق غرقابی می‌باشد که البته باید ملاحظات مربوط به عدم غوطه‌وری مورد توجه قرار گیرد	- بهره‌برداری خاصی در مورد این سیستم نیاز نمی‌باشد. فقط لازم است در فواصل ۱ تا ۳ سال لجن تجمع یافته در انتهای آن تخلیه شود. - تولید بوی کم - عملکرد آن وابسته به دما می‌باشد. در مناطق سردتر، از تانک بزرگ‌تری برای ایجاد زمان ماند بیش‌تر باید استفاده شود. - در بسیاری از مواقع به دلیل حجم گاز تولیدی کم در این سیستم، این گاز جمع‌آوری نمی‌گردد.

۷-۲-۴- رآکتور بافل‌دار (مانع‌دار) بی‌هوازی Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

۷-۲-۴-۱- شرح فرایند

- تصفیه اولیه بی‌هوازی

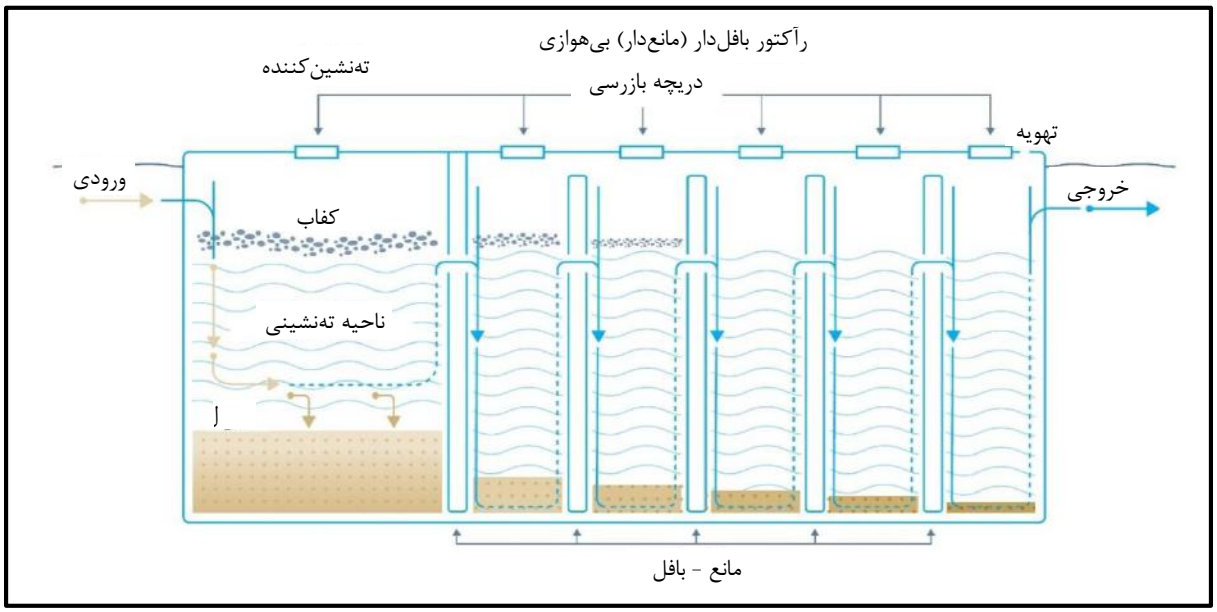
یک رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی یک سپتیک تانک ارتقاء یافته با مجموعه‌ای از بافل‌ها می‌باشد که این بافل‌ها، فاضلاب را مجبور به گذر از چندین بخش مجزا می‌نماید. هر بخش از دو قسمت پایین‌رونده و بالارونده تشکیل شده که معمولاً حجم و عرض بخش بالارونده سه برابر بخش پایین‌رونده منظور می‌گردد. این رآکتور همچنین جامدات ته‌نشین نشده و محلول در جریان فاضلاب را به واسطه عبور دادن آن‌ها از مجاورت سطوح و دیواره‌های رآکتور که توده‌های بیولوژیکی و باکتری‌های فعال در آنجا وجود دارد، تصفیه می‌نماید. افزایش این زمان تماس و وجود حفره(محفظه) با جریان رو به بالا میزان حذف و هضم مواد آلی را ارتقاء می‌دهد.

به دلیل مزایای زیاد و قابلیت‌های این راکتور از جمله بهبود سینتیک فرایند با توجه به جداسازی فازهای تجزیه بی‌هوازی، بازیافت گاز متان، امکان ارتقای آن در افزایش توان تصفیه از جهت حذف مواد آلی و مغذی و رفع محدودیت‌ها کاربرد آن مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر به دلیل ویژگی‌های هیدرولیکی خاص این نوع راکتور، زمان ماند جامدات در راکتور بیش‌تر از زمان ماند هیدرولیکی آن است.

۷-۲-۴-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب خروجی از این رآکتور برای استفاده مجدد مناسب نمی‌باشد.
- پساب خروجی فقط قابلیت تخلیه به مجاری پذیرنده، دریا و رودخانه‌ها را دارد.
- بیوگاز تولیدی از این روش به اندازه‌ای نیست که قابلیت سرمایه‌گذاری داشته باشد.

@omoorpeyman.ir



شکل ۷-۴- رآکتور بافل‌دار (مانع‌دار) بی‌هوازی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - در نظر گرفتن سامانه های مجاور برای تصفیه لجن - ورود فاضلاب مخلوط به این سامانه مجاز می‌باشد. - مناسب برای فاضلاب‌های شهری و انسانی، فاضلاب جوامع کوچک، و فاضلاب مناطقی که با مشکل وجود برق مواجه هستند و نیز به عنوان پیش تصفیه برای دیگر واحدهای فرایندی	- این سیستم نیاز به زمین زیادی ندارد و نیاز آن در حد متوسط است و می‌تواند به صورت مدفون و زیرزمینی احداث شود. - در تصفیه انواع فاضلاب‌های صنعتی، فاضلاب صنایعی که با تغییرات احتمالی در میزان دبی یا آلودگی فاضلاب همراه هستند	- این سیستم نیاز به عملیات خاصی برای بهره برداری و نگهداری ندارد و فقط جمع‌آوری و دفع لجن‌های تجمع یافته در کف و کفاب‌های سطحی هر ۱ تا ۳ سال لازم است. - لجن تولیدی این رآکتور کم و تثبیت شده است.

۷-۲-۵- فیلترهای بی‌هوازی (Anaerobic Filter (ANF))

۷-۲-۵-۱- شرح فرایند

- تصفیه بی‌هوازی اولیه

فیلتر بی‌هوازی، که با عنوان رآکتور با بستر ثابت و یا رآکتور با فیلم ثابت نیز شناخته می شود از یک ساختار بافل‌دار بی‌هوازی تجهیز شده با مواد ا ضافی ت شکیل شده است که این مواد ا ضافی مانند ب ستری برای ر شد باکتری‌ها عمل می‌کنند. این ب سترها سطوحی می‌با شند که روی آن‌ها فا ضلاب در تماس با بیومس فعال قرار دارد و به وا سطه آن روند

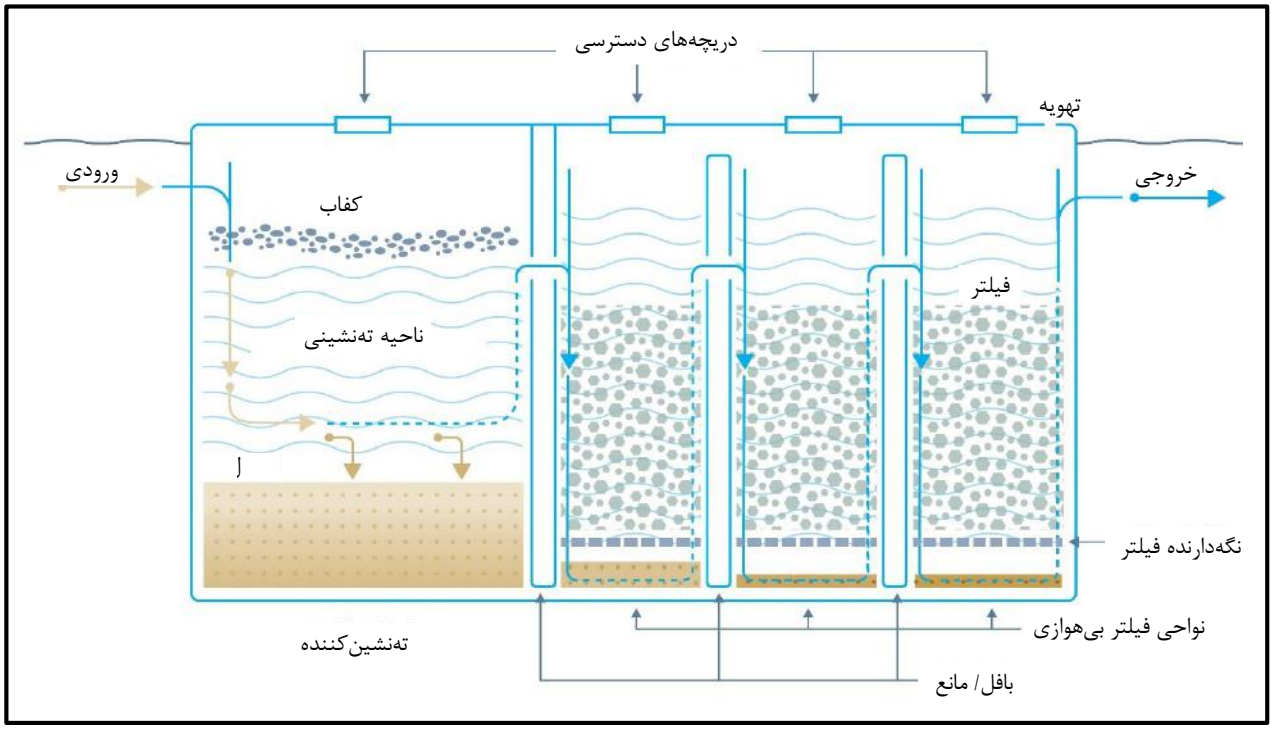
omoorepeyman.ir

تصفیه بهبود خواهد یافت. تصفیه جامدات غیرقابل ته‌نشینی و غیر محلول به واسطه تماس با این توده باکتریایی فعال اضافی صورت می‌پذیرد. به این صورت که باکتری‌ها خودشان را روی ذرات جامد و دیواره‌های رآکتور می‌چسبانند.

در این رآکتور موادی مانند شن، سنگ و یا قطعات پلاستیکی که به عنوان بستر در این فیلتر به کار گرفته می شود در واقع سطوح بیش‌تری را برای نشست باکتری‌ها فراهم می‌آورند.

۷-۲-۵-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده برای استفاده مجدد مناسب نمی‌باشد.
- پساب تصفیه شده قابلیت تخلیه به دریا و یا رودخانه‌ها را دارد.
- میزان بیوگاز تولیدی برای استفاده کافی نمی‌باشد.



شکل ۷-۵- فیلترهای بی‌هوازی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه(سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - در نظر گرفتن سامانه‌های مجاور برای تصفیه لجن - ورود فاضلاب مخلوط به این سامانه مجاز می‌باشد.	- زمان ماند هیدرولیکی مهم‌ترین پارامتر طراحی این سامانه می‌باشد که روی عملکرد فیلتر اثر می‌گذارد. - زمان ماند هیدرولیکی در این سامانه باید بین ۱/۵ تا ۲ روز باشد. - برای فاضلاب خانگی، حجم ناخالص هاضم ساخته شده حدود ۰/۵ مترمکعب به ازای هر نفر می‌باشد. - این سیستم نیاز به زمین زیادی ندارد و نیاز آن در حد متوسط است و می‌تواند به صورت مدفون و زیرزمینی احداث شود.	- ریسک انسداد بستر به فرایندهای پیش‌تصفیه پیش‌بینی شده برای این سامانه بستگی دارد.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۶- برکه‌های تثبیت فاضلاب (Waste Stabilization Ponds (WSP))

۷-۲-۶-۱- شرح فرایند

- تصفیه بی‌هوازی اولیه، ثانویه و ثالثیه

- تصفیه هوازی ثانویه و ثالثیه

این سامانه، برکه‌های مصنوعی می‌باشند و می‌توانند برای کلیه مراحل تصفیه فاضلاب هم به صورت انفرادی و هم به صورت مجموعه‌ای(به صورت سری) به کار گرفته شوند.

این برکه‌ها جزو ساده‌ترین روش‌های تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی می‌باشند که در آن‌ها فاضلاب به وسیله عوامل طبیعی تصفیه می شود. این برکه‌ها برای شرایط آب و هوایی گرم، معتدل و در مناطقی که زمین کافی و ارزان در دسترس می‌باشد و یا در جاهایی که شرایط خاک دارای محدودیت‌های شدید به لحاظ میزان جذب باشد توصیه شده است.

عوامل اصلی و مؤثر در اکوسیستم برکه‌ها علاوه بر میکروارگانیسم‌ها (جلبک‌ها، باکتریها، پروتوزوآ و ...)، دی اکسید کربن، اکسیژن، آب، نور و مواد مغذی می‌باشند.

- به عنوان تصفیه بی‌هوازی اولیه

برکه‌ها یا لاگون‌های بی‌هوازی بسیار شبیه سپتیک تانک‌های روباز عمل می‌کنند و به عنوان اولین مرحله برای تصفیه فاضلاب‌های قوی و کاهش بار آلی به کار می‌روند. عمق این برکه‌های بی‌هوازی بر ته‌نشینی و میزان آن اثرگذار است و با ته‌نشین شدن جامدات لایه لجن تشکیل و در آن هضم بی‌هوازی به وقوع می‌پیوندد. در این روش میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی و هوازی اختیاری از اکسیژن موجود در ترکیباتی مانند نیترات‌ها و سولفات‌ها استفاده می‌کنند و متان و دی اکسید کربن تولید می‌کنند.

باکتری‌های بی‌هوازی در دمای بالاتر از ۱۵° سانتی‌گراد عملکرد بهتری دارند. کربن آلی در مواد جامد را به بیوگاز تبدیل و لجن غنی از مواد مغذی را باقی می‌گذارند. در این برکه نیازی به جمع‌آوری لایه کفاب که روی سطح برکه شکل می‌گیرد، نمی‌باشد. برکه‌های بی‌هوازی خصوصاً برای مناطق گرمسیر بسیار مناسب می‌باشند.

تخلیه پساب این برکه‌ها به محیط‌های پذیرنده مناسب نمی‌باشد و توصیه می‌شود این برکه‌ها اغلب با برکه‌های هوازی اختیاری به صورت سری مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

۷-۲-۶-۲- به عنوان تصفیه ثانویه

برکه‌های اختیاری هم به فرایندهای بی‌هوازی و هم به فرایندهای هوازی متکی می‌باشند. این برکه‌ها با عملکرد در ۲ سطح، جریان ورودی را طبقه‌بندی می‌کنند. لایه بالایی به دلیل مجاورت با اتمسفر و فعالیت تنفسی جلبک‌ها، حاوی

omoorepeyman.ir

اکسیژن محلول است و لجن تشکیل شده در کف برکه محیط بی‌هوازی دارد و این لجن متراکم باید به صورت دوره‌ای و منظم از برکه خارج شود. در برخی شرایط از یک برکه بی‌هوازی دیگر پساب ته‌نشین شده به برکه اختیاری وارد می‌شود تا با این کار این برکه تحت بار آلی سبک‌تر نسبت به برکه بی‌هوازی عمل کند.

جریان ورودی به این برکه پیوسته و پایدار است. برکه‌های اختیاری برای تصفیه فاضلاب بهداشتی خام در جوامع کوچک و تصفیه اولیه و ثانویه فاضلاب در شهرک‌ها و شهرهای کوچک قابل به کارگیری می‌باشد. این برکه‌ها در زمان تابش خورشید و همچنین برای چندین ساعت اولیه شب، هوازی بوده و در ساعات باقیمانده در کف برکه شرایط بی‌هوازی حاکم می‌شود.

۷-۲-۶-۳- به عنوان تصفیه ثالثیه

برکه‌های بی‌هوازی برای تصفیه فاضلاب به هوادهی طبیعی، ته‌نشینی و گندزدایی وابسته می‌باشند. این روند مشابه همان چیزی است که در رودخانه‌ها به وقوع می‌پیوندد. هوادهی و اکسیژن‌دهی به واسطه اندرکنش با اتمسفر و تنفس جلبک‌ها روی می‌دهد و تجزیه مواد آلی و حذف مواد مغذی را افزایش می‌دهد. در این برکه‌ها نیز جریان فاضلاب به صورت پیوسته می‌باشد و عمق کم این برکه‌ها باعث نفوذ تابش خورشید تا اعماق برکه می‌شود و به همراه اکسیژن حذف بیش‌تر پاتوژن‌ها را به همراه خواهد داشت. همه این فرایندها به حذف مؤثر باکتری‌های مدفوعی کمک خواهد کرد. فتوسنتزی که توسط جلبک‌ها انجام می‌گیرد باعث رهاسازی اکسیژن در آب و مصرف دی‌اکسیدکربن تولید شده از فعالیت‌های باکتریایی می‌شود.

این برکه‌ها همچنین می‌تواند به عنوان مرحله تکمیلی بعد از یک سیستم بی‌هوازی مانند UASB به کار گرفته شود. جمعیت جلبک‌ها در این نوع برکه‌ها متنوع‌تر از برکه‌های اختیاری می‌باشد.

۷-۲-۶-۴- چیدمان برکه‌های تثبیت فاضلاب

برکه‌های تثبیت فاضلاب هم به صورت سری و هم موازی اجرا می شوند. ۳ چیدمان برای برکه‌های تثبیت بیش‌ترین کاربرد را در پروژه‌های اجرا شده دارند که موارد زیر می‌باشد. کلرزنی پساب خروجی از برکه‌ها اختیاری می‌باشد. ولی توصیه می‌شود که گندزدایی صورت پذیرد.

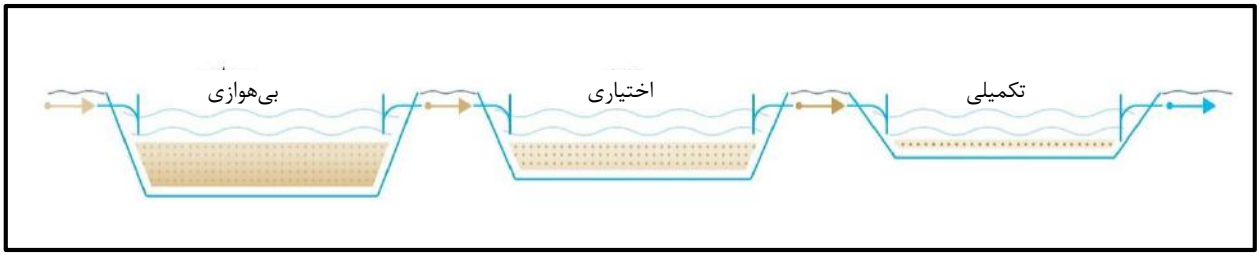
- برکه اختیاری
- برکه بی‌هوازی و به دنبال آن برکه اختیاری
- برکه اختیاری و به دنبال آن برکه تکمیلی

۷-۲-۶-۵- استفاده مجدد از پساب

- در صورت اجرای پوشش روی برکه، می‌توان بیوگاز تولید شده را جمع‌آوری و استفاده کرد.
- از پساب خروجی برکه‌های هوازی(لاگون‌های هوازی) می‌توان در آبیاری گیاهان غیر مثمر استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

- به علت تولید جلبک در این روش، قبل از ا ستفاده پ ساب در سی ستم‌های آبیاری قطره‌ای، فیلترا سیون برای حذف مواد جامد معلق نیاز می‌باشد.



شکل ۷-۶ - برکه‌های تثبیت فاضلاب

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و شهرهای کوچک - دارای قابلیت بارگذاری بالای مواد آلی - ورود فا ضلاب مخلوط به این سی ستم مجاز می‌باشد. - هزینه احداث پایین - عدم نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی - عدم ن یاز به پرس نل متخصص برای بهره‌برداری و نگهداری	- بهره‌برداری از این بر که های به صورت متوالی و سری راندمان و عملکرد بهتری دارد. - به زمین ز یادی ن یاز دارد و از این‌رو برای مناطق حاشیه شهر و مناطق روستایی مناسب می‌باشد. - افت راندمان به خصوص در هوای سرد - لاگون‌های بی‌هوازی معمولاً ۲ تا ۵ متر عمق دارند(در برخی مراجع ۳ تا ۴ متر) که از این‌رو سطح آب‌های زیرزمینی باید به دقت مورد توجه قرار گیرند. برکه‌های اختیاری ۱ تا ۲ متر عمق دارند که معمولاً ۱/۵ متر برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. در صورت احداث این برکه‌ها به عمق کم‌تر از ۰/۹ متر، امکان رشد گیاهان ریشه‌دار و جمع شدن پشه‌ها در آن‌ها دور از ذهن نمی‌باشد. - لاگون‌های بی‌هوازی توانایی دریافت فاضلاب خام با بار آلی بالا را دارا می‌باشند. - لاگون‌های هوازی برای کارایی بهتر و حذف بیش‌تر پاتوژن‌ها می‌توانند به صورت سری اجرا شوند. - با وجود آنکه باکتری‌های مدفوعی در برکه‌های اختیاری نسبتاً حذف می‌شوند، اندازه و تعداد برکه‌های هوازی تعیین کننده میزان این باکتری ها در پساب ن هایی می‌باشد. - اصول و معیار انتخاب بر که های تثبیت فاضلاب براساس ارزیابی محل، تعیین مساحت مورد نیاز، معیارهای سازه‌ای و ساختمانی و درجه تصفیه موردنیاز می‌باشد.	- تولید و انتشار بو یکی از معایب برکه‌های بی‌هوازی می‌باشد. - تصفیه بی‌هوازی نیازمند مدت زمان کافی برای راه‌اندازی و عملکرد مناسب و اضافه کردن قلیا می‌باشد و میکروب‌های دخیل در این فرایند نسبت به مواد سمی بسیار حساس می‌باشد. - چیدمان کلاسیک برکه‌ها(بی‌هوازی، اختیاری و هوازی) معمولاً حذف کافی سیست‌ها و پروتوزوآ و تخم انگل‌ها را به همراه دارند. - اگر رشد گیاهان در این بر که ها کنترل نشود، پشه‌ها و سایر موجودات موذی به یک مشکل قابل توجه تبدیل خواهند شد. - برکه‌های اختیاری نسبت به اضافه بارهای آلی موقتی مقاوم هستند. - در صورت کنترل رشد جلبک‌ها در برکه‌های تکمیلی، کاهش جامدات، BOD و پاتوژن‌ها و همچنین مواد مغذی و کلی فرم‌ها در آن‌ها قابل دستیابی است. - هزی نه های بهره‌برداری و نگ هداری از این سیستم‌ها کم تا متوسط می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۷- لاگون‌های هوادهی Aerated Lagoons (AL)

۷-۲-۷-۱- شرح فرایند

- تصفیه ثانویه

لاگون‌های هوادهی که به برکه‌های هوازی نیز شناخته می شوند، برکه‌های ساخته شده‌ای می‌با شند که هوادهی در آن‌ها به صورت مکانیکی صورت می‌گیرد. این فرایند م شابه ت صفیه طبیعی‌ای ا ست که در رودخانه به وقوع می‌پیوندد. با این تفاوت که هوادهی به صورت مکانیکی و یا تو سط دیفیوزرها انجام می‌گیرد. تزریق اک سیژن تجزیه مواد آلی و حذف مواد مغذی را ارتقاء می‌دهد.

در این سی ستم فا ضلاب به صورت پیو سته به لاگون وارد می شود و جامدات را به وا سطه هوادهی در محیط معلق می‌نماید. همچنین اختلاط در این لاگون به گونه‌ای می‌باشد که سطح اکسیژن محلول و جامدات معلق در همه جای لاگون م شابه ا ست. اگر هوادهی فقط در لایه بالایی لاگون انجام شود، لاگون به یک لاگون اختیاری تبدیل می شود. در این حالت بخشی از جامدات معلق در کف لاگون تجمع پیدا می‌کنند و شرایط بی‌هوازی در آنجا ایجاد می‌شود. با ته‌نشین شدن جامدات بیش‌تر، لجن متراکم‌تری حاصل می‌شود که باید به صورت دوره‌ای تخلیه شود.

برای اثربخ شی بیش‌تر، لاگون‌های هوادهی می‌توانند به صورت سری ساخته شوند. همچنین در این سامانه فا ضلاب می‌تواند ابتدا به یک لاگون اختیاری وارد و در ادامه به یک لاگون هوادهی و سپس یک لاگون فوق هوادهی(هوادهی با راندمان و عملکرد بالا) وارد شود. در این حالت لاگون اختیاری، با ابعاد بزرگ‌تر، عمق کم‌تر و با میزان هوادهی کم‌تری نسبت به لاگون‌های هوادهی ساخته می‌شود.

سامانه‌های لاگون هوادهی خصوصاً برای جوامعی که فعالیت‌های صنعتی در آن‌ها انجام می‌شود، مناسب می‌باشند.

با توجه به حجم و زمان ماند بالای این سامانه، قابلیت پذیرش شوک‌های هیدرولیکی و شوک‌های بار آلودگی در این سیستم وجود دارد.

۷-۲-۷-۲- انواع لاگون‌های هوادهی

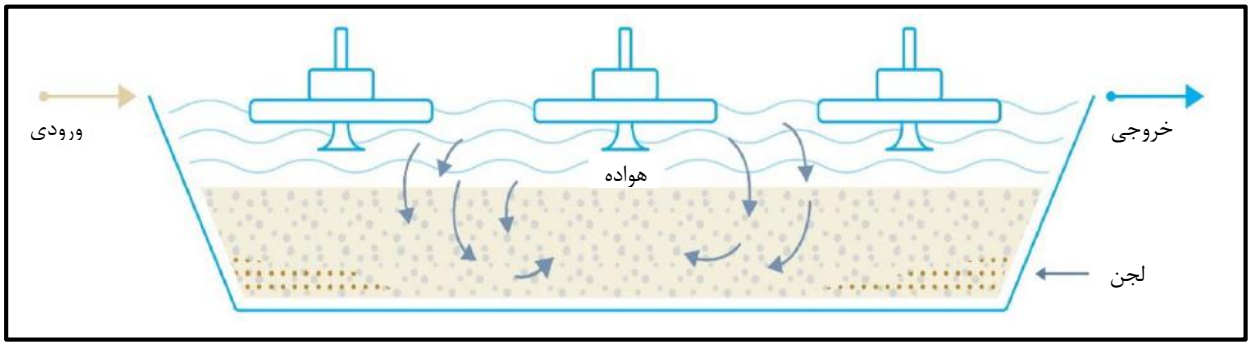
ب سته به انرژی ورودی در واحد حجم ا ستخر و ترتیب برگ شت لجن و برا ساس روش کنترل جامدات، این لاگون‌ها به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌گردد:

- اختیاری
- هوازی - بدون برگشت لجن
- هوازی - با برگشت لجن

omoorepeyman.ir

۷-۲-۷-۳- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده می‌تواند برای مصارف آبیاری محدود شده(درختان میوه و محصولات زراعی صنعتی) مورد استفاده قرار گیرد.
- برای کاربرد پساب تصفیه شده برای مصارف محدود شده نیاز به فرایند گندزدایی می‌باشد.



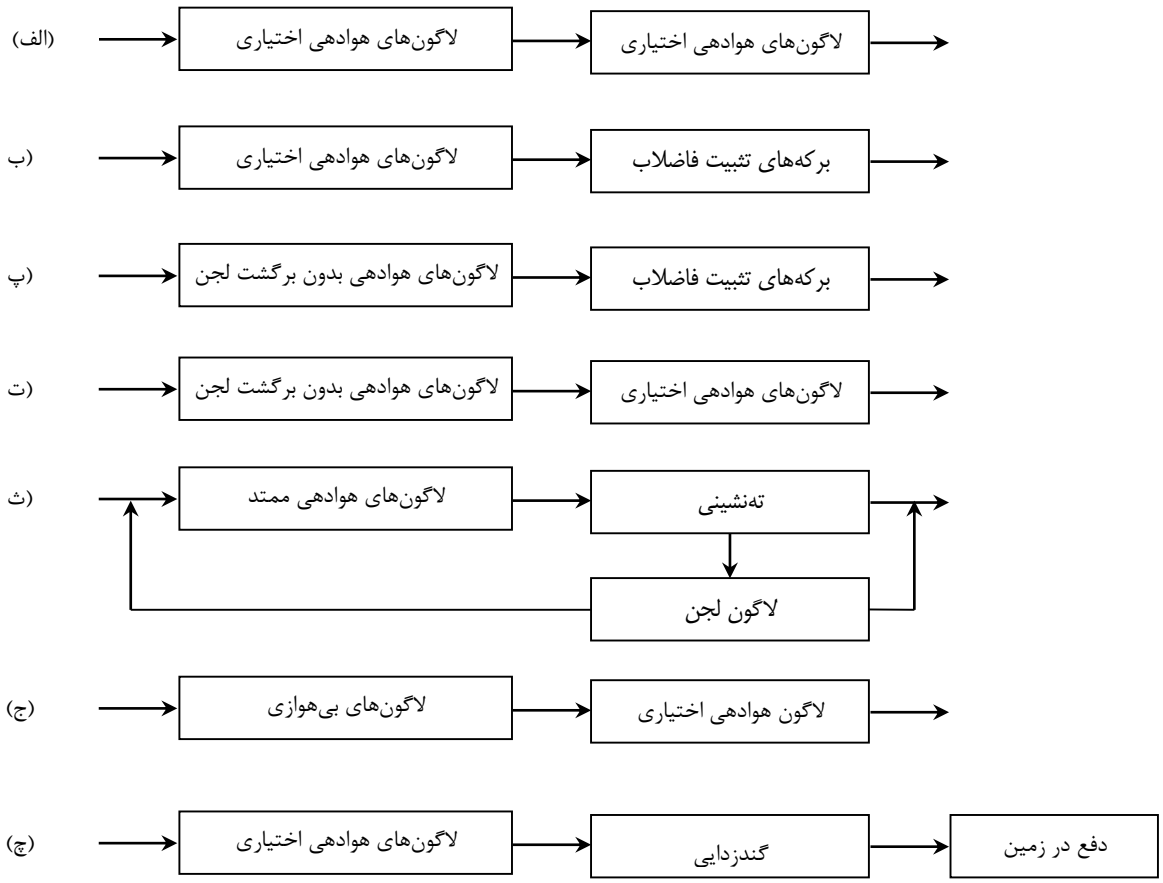
شکل ۷-۷- لاگون‌های هوادهی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - این سامانه نیازی به تأمین پیوسته فاضلاب ورودی ندارد. ولی برای عملکرد هواده‌ها نیاز به تأمین مستمر نیروی برق دارد. - این سامانه قابلیت پذیرش فاضلاب‌های مخلوط با فاضلاب صنعتی را دارد. (پذیرش شوک‌های هیدرولیکی و آلی) - با توجه به سهولت ساخت، بهره‌برداری و نگهداری از این سامانه‌ها و کارایی آن‌ها در تصفیه فاضلاب، این روش گزینه مناسبی برای جوامع کوچک و روستایی می‌باشد.	- در صورت طراحی این سامانه به صورت سری عملکرد بهتری دارد. - نیاز به زمین زیادی دارد و از این‌رو برای مناطق حاشیه شهر و روستاهای بزرگ مناسب می‌باشد. - با توجه به قابلیت پذیرش شوک های هیدرولیکی و آلی، نیاز به واحد متعادل ساز نمی‌باشد. - عموماً بین ۲/۵ تا ۵ متر عمق دارند - پیش‌تصفیه به وسیله آشغالگیری ضروری است.	- میزان انرژی موردنیاز برای اختلاط لاگون و ثابت نگه داشتن میزان اکسیژن محلول در آن (و یا لایه بالایی در لاگون اختیاری) به تجهیزات هوادهی و کیفیت فاضلاب ورودی وابسته می‌باشد. - میزان انرژی موردنیاز برای لاگون هوادهی نسبت به لاگون‌های اختیاری بیش‌تر است. - بسته به نوع لاگون و وجود واحد ته‌نشینی بعد از آن‌ها، تخلیه لجن لازم می‌باشد.

۷-۲-۷-۴- ترکیب لاگون‌های هوادهی و برکه‌های تثبیت

با هدف بهینه‌سازی انرژی و زمین موردنیاز، تسهیل در روند بهره‌برداری و بهبود عملیات تصفیه، ترکیبی از انواع لاگون‌ها و برکه‌های تثبیت می‌تواند به کار گرفته شود. در شکل (۷-۸) ترکیب های مختلف لاگون‌های هوادهی و برکه ارائه شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۸- طرح‌های مختلف برکه و لاگون

۷-۲-۸- وتلندهای ساخته شده یک مرحله‌ای ((CW 1-stage) Single-Stage Constructed Wetlands)

۷-۲-۸-۱- شرح فرایند

- تصفیه ثانویه

وتلندهای ساخته شده، مناطقی هستند که ساختاری شبیه وتلندهای طبیعی دارند و مشابه آن‌ها از فرایندهای طبیعی برای تصفیه فاضلاب بهره‌گیری می‌نمایند. این سامانه از یک لایه متخلخل سنگ، شن و یا ماسه و یک بستر برای کاشتن گیاهان تشکیل شده است. این لایه متخلخل عملکردی شبیه فیلتر دارد و برخی از جامدات معلق را از جریان فاضلاب حذف می‌نماید. بستر کاشته شده(با گیاه) برخی از آلاینده‌ها را جذب و به محلی برای رشد میکرواورگانیسم‌ها تبدیل می‌شود. در ادامه این میکرواورگانیسم‌ها با جذب و حذف مواد آلی فاضلاب را تصفیه می‌کنند. مواد مغذی نیز هم توسط میکرواورگانیسم‌ها و هم توسط گیاه جذب و از جریان فاضلاب حذف می‌شود. قسمت پایین وتلند با هدف کنترل جریان فاضلاب و حفاظت از مناطق مجاور به وسیله یک لایه غیر قابل نفوذ پوشانده شده است.

وتلندهای ساخته شده براساس معیارهایی از جمله هیدرولوژی(جریان‌های سطحی و زیرسطحی)، فرم رشد ماکروفیت‌ها(گیاهان برگ‌دار نوظهور، غوطه‌ور و شناور آزاد) و جهت جریان(عمودی و افقی) دسته‌بندی می‌شوند.

omoorepeyman.ir

لازم به ذکر است در برخی شرایط قبل از این سامانه، واحد ته‌نشینی اولیه قرار داده می‌شود.

۷-۲-۸-۲- وتلندهای ساخته شده با جریان عمودی

این نوع وتلندها در مقایسه با وتلندهای جریان افقی نیاز به زمین کم‌تری دارند و فاضلاب به صورت یکنواخت از قسمت بالایی به این سامانه وارد می شود تا اکسیژن‌رسانی صورت پذیرد. باگذاری نوبه‌ای با استفاده از پمپ یا سیفون شرایط اکسیژن‌رسانی و فاز هوازی را بهبود می‌بخشد.

با وارد شدن فاضلاب به بخش متخلخل تا زمانی که فاضلاب از قسمت انتهایی وتلند تخلیه می‌شود، شرایط بی‌هوازی حاکم خواهد بود.

۷-۲-۸-۳- وتلندهای ساخته شده با جریان افقی

در این وتلندها جریان به صورت افقی از یک سمت برکه وارد و به واسطه ورود جریان فاضلاب ورودی به سمت لایه متخلخل رانده و در این لایه فیلتر می شود و از سمت دیگر خارج می شود. گیاه مقدار کمی اکسیژن را به ریشه‌ها منتقل می‌کند تا باکتری‌های هوازی بتوانند در آن ناحیه نیز فعالیت داشته باشند. در این وتلندها خاک موجود در آن به صورت اشباع نگه داشته می‌شوند که در این شرایط نسبت به وتلندهای با جریان عمودی حذف نیتروژن مختصری از این طریق صورت پذیرد.

به دلیل ورود آسان‌تر فاضلاب در وتلندهای با جریان افقی، این روش نسبت به وتلندهای با جریان عمودی ارجحیت دارد.

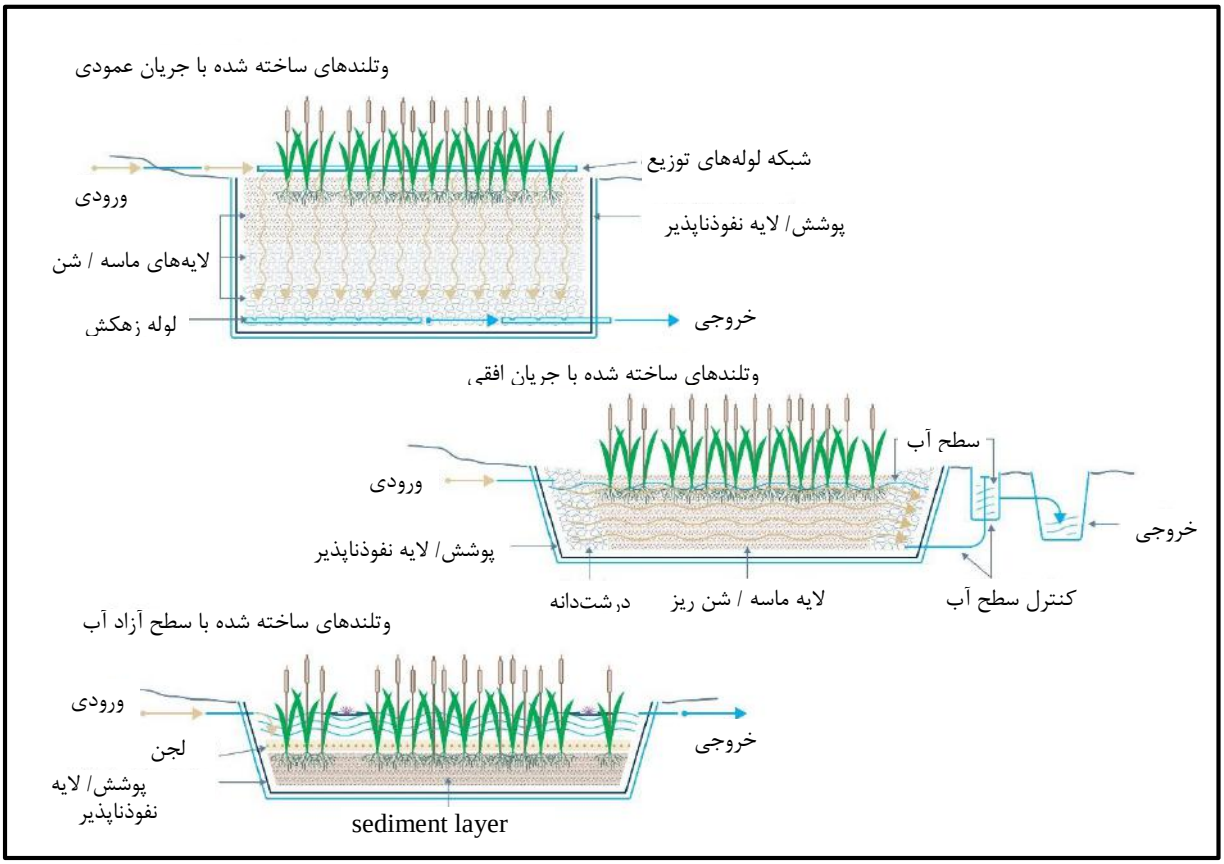
۷-۲-۸-۴- وتلندهای ساخته شده با سطح آزاد آب

در این وتلندها، آب در بالای سطح کاشت گیاهان قرار دارد و گیاهان در یک لایه رسوبی در پایین برکه(و یا حتی به صورت غوطه‌ور) کاشته می‌شوند. نسبت به وتلندهای زیرسطحی(با جریان افقی و عمودی) این نوع وتلندها هم می‌توانند با گیاهانی جدید و نوظهور و هم با گیاهان غوطه‌ور و شناور ایجاد گردد. در این نوع وتلندها به علت سطح آزاد آب در برکه که با هوا در تماس است، اکسیژن‌رسانی به آب و گندزدایی با اشعه UV خورشید صورت می‌گیرد.

۷-۲-۸-۵- استفاده مجدد از پساب

- برای استفاده مجدد برای مصارف بدون محدودیت پیشنهاد نمی شود. اما برای استفاده برای مصارف محدود شده(درختان و محصولاتی که به صورت پخته شده مصرف می‌شوند) قابل استفاده است.
- پساب تصفیه شده قابلیت تخلیه به جریان‌های سطحی را دارد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۹- وتلندهای ساخته شده یک مرحله‌ای

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
– جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه شاخه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک – در صورت ا ستفاده از پمپ برای انتقال فا ضلاب به داخل وتلند، نیاز به تأمین انرژی می‌باشد. – وارد کردن فاضلاب مخلوط به این سامانه مجاز نمی‌باشد.	– وتلندهای با جریان افقی: 0.5 – 1 m – وتلندهای با جریان عمودی: 0.8 – 1.4 m – وتلندهای با سطح آزاد: 0.15 – 0.6 m	– ورود فاضلاب به وتلندهای با جریان عمودی، به صورت نوبه‌ای و ۴ تا ۱۰ بار در روز می‌باشد. در صورتی‌که ورود فاضلاب به وتلندهای با جریان افقی به صورت پیوسته می‌باشد. – در وتلندهای با جریان افقی برای اطمینان از عدم تولید بو، تراز آب ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح پیش‌بینی شده می‌باشد.

۷-۲-۹- وتلندهای ساخته شده چندگانه (هیبریدی) Hybrid Constructed Wetlands (CW-Hybrid)

۷-۲-۹-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

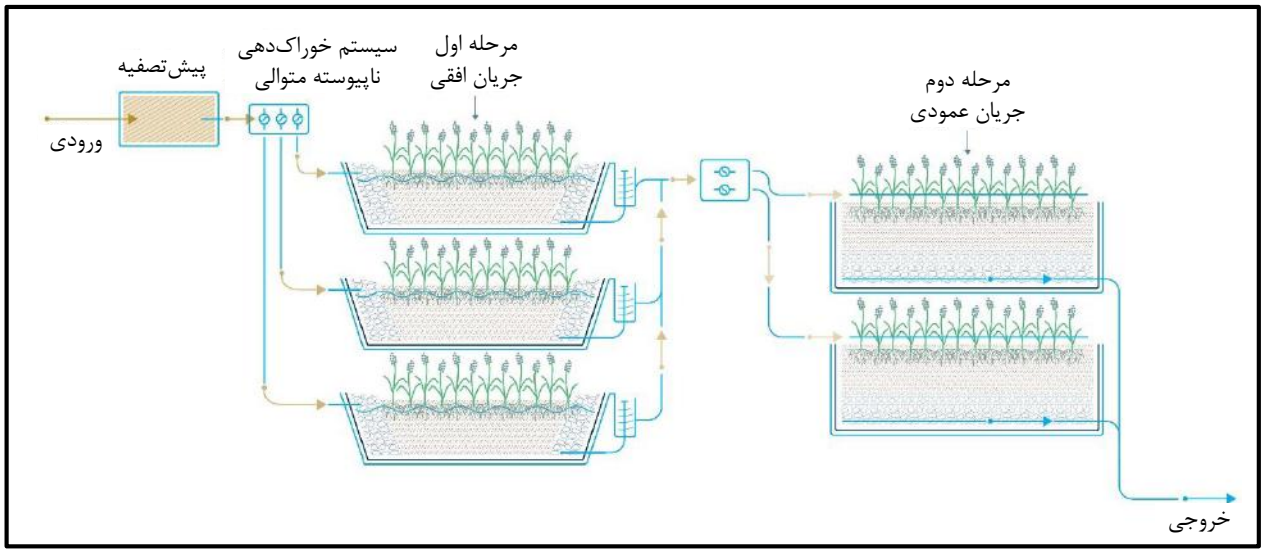
وتلندهای چندگانه(هیبریدی) دارای همان اجزای وتلندهای تک مرحله‌ای جریان افقی و عمودی می‌باشند. اما در این سامانه دست کم ۲ یا تعداد بیش‌تری از این نوع وتلندها با هم در مدار بهره‌برداری قرار داده می‌شوند. مزایای استفاده هم‌زمان و سری این وتلندها عبارتند از:

omoorepeyman.ir

- کاهش زمین مورد نیاز (تا ۵۰٪). در شـــرایط آب و هوایی معتدل میزان زمین مورد نیاز ۲ تا ۲/۵ مترمربع به ازای هر نفر می‌باشد.
- راندمان سیستم پایدارتر و در برخی مواقع افزایش می یابد.
- از این روش برای حذف مواد مغذی از جریان فا ضلاب می‌توان ا ستفاده کرد. از وتلندهای جریان عمودی برای نیتریفیکاسیون و جریان افقی برای دنیتریفیکاسیون می‌توان بهره گرفت.

۷-۲-۹-۲- استفاده مجدد از پساب

- برای ا ستفاده مجدد برای م صارف بدون محدودیت پی شنهاد نمی شود. اما برای ا ستفاده برای م صارف محدود شده (درختان و محصولاتی که به صورت پخته شده مصرف می‌شوند) قابل استفاده است.
- پساب تصفیه شده قابلیت تخلیه به جریان‌های سطحی را دارد.



شکل ۷-۱۰- وتلندهای ساخته شده چندگانه(هیبریدی)

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه شاخه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - این سیستم قابلیت کاربرد به عنوان تغلیظ‌کننده لجن را ندارد. - پساب حاصل از این سامانه سطح قابل قبول و مناسبی از تصفیه ثانویه را دارا می‌باشد و نسبت به سایر روش‌ها شرایط بهتری از لحاظ گندزدایی دارد. - نسبتاً سطح مورد نیاز آن بالاست. - در صورت استفاده از پمپ نیاز به تأمین نیروی برق دارد. اما توصیه می‌شود طراحی به گونه‌ای انجام شود که فاضلاب به صورت ثقلی وارد وتلند شود.	- رو ند طراحی این وتلند ها مشابه وتلندهای تک مرحله‌ای می‌باشد. - در ز مان طراحی با ید حداکثر میزان بار گذاری هیدرولیکی و آلی مد نظر قرار گیرد.	- بهره‌برداری و نگهداری از این نوع وتلندها مشابه وتلندهای تک مرحله‌ای می‌باشد. بهره‌برداری از این برکه‌ها بسیار ساده و نیاز به مهارت خاصی ندارد.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۱۰- رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا Upstream Anaerobic Sludge Blanket reactor (UASB)

۷-۲-۱۰-۱- شرح فرایند

- تصفیه بی‌هوازی اولیه

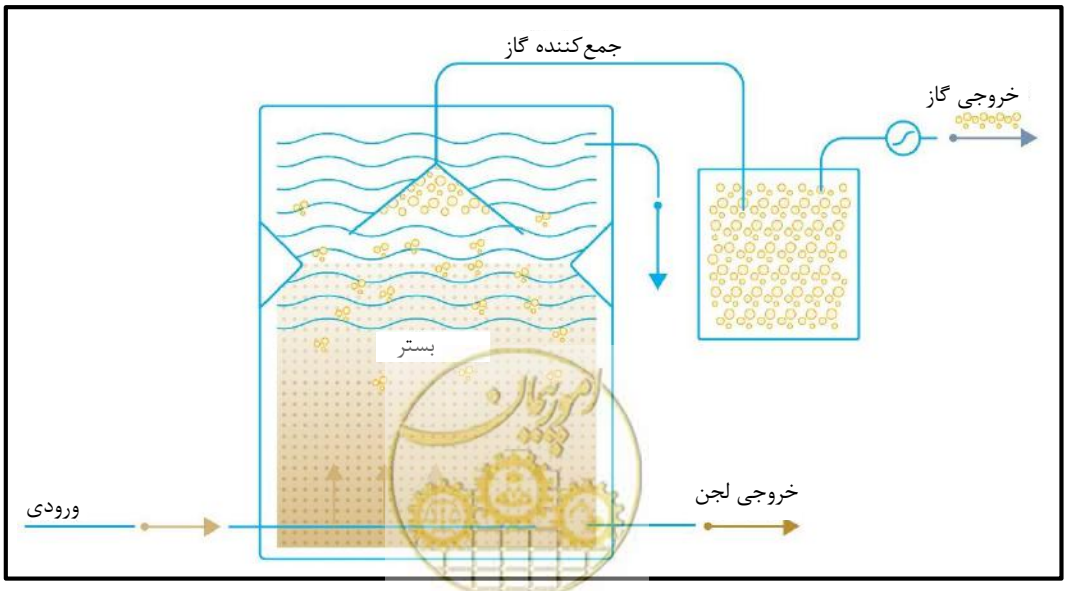
رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا شامل یک تانک است که در قسمت پایینی آن بستر لجن شکل می‌گیرد و در آن هضم بی‌هوازی انجام می‌شود. فاضلاب به صورت یکنواخت از قسمت تحتانی آن وارد تانک می‌شود و از بستر لجن عبور می‌کند و به زون ته‌نشینی یعنی محلی که در ادامه فرایند جامدات در آنجا ته‌نشین می شوند، وارد می‌گردد. در این سیستم لجن فعال در بخش تحتانی به صورت معلق می‌باشد و مستقیماً نقش یک بستر فیلتری را بازی می‌کند. این بستر از لجن دانه‌ای تشکیل یافته است و در آن باکتری‌های بی‌هوازی رشد و در هنگام عبور فاضلاب از آن، باعث تصفیه آن می‌شود.

اصلی‌ترین جزء این سامانه جداکننده فازها(Phase Separator) می‌باشد. محل قرارگیری این جزء در بالای رآکتور است و رآکتور را به بخش تحتانی، ناحیه هضم، بخش بالایی و بخش ته‌نشینی تقسیم می‌کند. فاضلاب از بخش ته‌نشینی وارد رآکتور می‌شود و سپس به سمت بالا حرکت می‌کند.

سرعت حرکت رو به بالا و سرعت ته‌نشینی لجن در این رآکتور در تعادل هستند و یک بستر لجن معلق(پتوی لجن) را شکل می‌دهند. بعد از چند هفته پس از راه‌اندازی رآکتور این بستر شکل می‌گیرد و مانند یک فیلتر برای فاضلاب عمل می‌کند.

۷-۲-۱۰-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده حاصل از این روش، فقط قابلیت تخلیه به دریا و یا رودخانه‌های بزرگ را دارد.
- از بیوگاز تولید شده در این روش می‌توان استفاده کرد.



شکل ۷-۱۱- رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه شاخه‌ای) ● شهرک‌های کوچک - برای دفع لجن این سامانه باید از امکانات سایر سامانه‌های مجاور بهره‌گیری کرد. - این روش برای روستاها و جوامع کوچکی که جریان پیوسته فاضلاب ندارند، و یا حتی قادر به تأمین مستمر برق برای این راکتور نیستند پیشنهاد نمی‌شود.	- تکنولوژی طراحی و ساخت این سامانه آسان و ساده می‌باشد. اما راه‌اندازی اولیه آن ممکن است چندین ماه به طول بی‌انجامد. - نیاز به واحد ته‌نشینی اولیه ندارد. - اگر جمع‌آوری و استفاده از بیوگاز تولیدی اولویت نمی‌باشد، جهت بهینه‌سازی آن می‌توان آن را به صورت زیرزمینی احداث نمود.	- برای پایدارسازی بستر لجن، دبی جریان فاضلاب ورودی باید کنترل شده باشد و میزان بار آلی نیز برر سی و کنترل شود. در واحدهای کوچک تثبیت فرایند به واسطه افزایش زمان ماند بدون کاهش سرعت حرکت جریان به سمت بالا امکان پذیر نمی‌باشد. - از واحد های UASB تمام کنترل شده می‌توان برای تصفیه پساب‌های صنعتی بهره‌گیری کرد. - روش UASB نسبت به سپتیک تانک، هم پساب با کیفیت‌تری تولید می‌کند و هم حجم کم‌تری را اشغال می‌نماید. - حجم لجن تولیدی از این روش بسیار کم می‌باشد.

۷-۲-۱۱- لجن فعال – هوادهی گسترده Extended Aeration Activated Sludge Type (EA)

۷-۲-۱۱-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

روش هوادهی گسترده یکی از شناخته‌شده‌ترین زیرمجموعه‌های فرایند لجن فعال است. در این روش واحد ته‌نشینی اولیه وجود ندارد و زمان ماند در تانک هوادهی بیش‌تر می‌باشد. از این‌رو نیازی به هاضم و تثبیت‌کننده لجن نمی‌باشد. این بدان معنی است که لجنی که از کف تانک‌ها برداشته می‌شود تغلیظ و آبگیری شده می‌باشد. گونه‌های مختلفی از این روش قابل اجرا می‌باشد که مشخصات آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۷-۲-۱۱-۲- حوضچه اکسیداسیون به روش هوادهی گسترده (Oxidation Ditch – Extended Aeration)

در این چیدمان پس از واحد آشغالگیری و دانه‌گیری، تانک هوادهی به صورت یک کانال بسته ساخته می‌شود و شرایط در آن اختلاط کامل می‌باشد. نوعاً عمق در این کانال ۲ متر می‌باشد و از این‌رو از هواده‌های مکانیکی، شفت‌های افقی یا مشابه آن‌ها برای هوادهی استفاده می‌شود. البته از هواده‌های با شفت‌های عمودی نیز در منتهی‌الیه U شکل این حوضچه‌ها برای هوادهی می‌توان بهره گرفت. هواده‌ها علاوه بر هوادهی در این روش، اختلاط را نیز بر عهده دارند. به دنبال این حوضچه، تانک ته‌نشینی باید قرار گیرد و سپس لجن ته‌نشین شده در آن مجدداً به حوضچه بازگردانده می‌شود.

در این روش پایداری عملکرد در شرایط جریان پیوسته و یکنواخت وجود دارد و پساب با کیفیت بالاتری تولید می‌شود. همچنین حجم لجن تولیدی در این روش نسبتاً بالاست.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۱۱-۳- نوع کاروسل هوادهی گسترده (Carrousel Type – Extended Aeration)

این روش مشابه حوضچه اکسیداسیون است. با این تفاوت که از تعداد بیش‌تری قوس U شکل تشکیل شده است و عموماً دارای ۴ خط جریان می‌با شد. عمق حو ضچه در این روش به ۵ متر افزایش داده می شود. در این نوع حو ضچه در این عمق راندمان انرژی لازم برای هوادهی بهینه‌تر می‌باشد.

۷-۲-۱۱-۴- جریان نهرگونه هوادهی گسترده (Plug flow – Extended Aeration)

تانک هوادهی در این روش به گونه‌ای ا ست که جریان از یک طرف وارد و از طرف دیگر کانال خارج می شود. (جریان طولی) در این روش راندمان افزایش پیدا کرده است و باید از هواده‌های تحت فشار استفاده کرد. عمق تانک در این روش نسبت به روش‌های قبلی بیش‌تر و در حدود ۵ تا ۶ متر می‌باشد. روند هوادهی در این تانک به گونه‌ای است که ناحیه هوادهی و ناحیه غیرهوادهی به صورت نوبه‌ای پیش‌بینی می‌شوند.

۷-۲-۱۱-۵- رآکتور ناپیوسته متوالی هوادهی گسترده (SBR – Extended Aeration)

با توجه به متفاوت بودن شرایط جریان در این رآکتور، مشخصات این روش به صورت جداگانه ارائه خواهد شد.

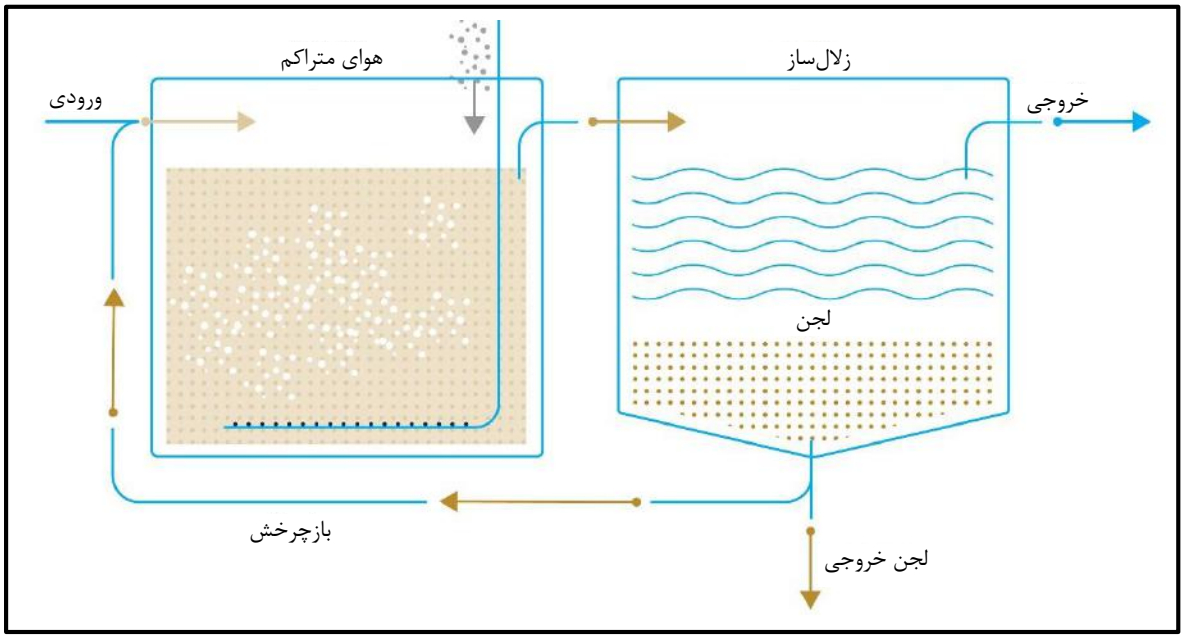
از جمله مزایای هوادهی گسترده قابلیت مواجهه با شوک‌های هیدرولیکی و آلی مختصر می‌باشد. از این روش می‌توان در هر شرایط آب و هوایی استفاده کرد و برای هر سطح تصفیه ثانویه از آن بهره گرفت. با توجه به صرفه اقتصادی استفاده از این روش برای تأسیسات بسیار کوچک توصیه نمی‌شود.

از معایب این روش می‌توان به نیاز اپراتور به دانش و مهارت فنی بهره‌برداری از این سیستم، انجام اقدامات نگهداری مستمر، نیاز به انرژی برای انجام عملیات هوادهی، ریسک شکل‌گیری باکتری‌های فیلامنتوس(ر شته‌ای) ا شاره نمود که روی روند ته‌نشینی و راندمان تصفیه اثرگذار خواهند بود.

۷-۲-۱۱-۶- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده برای مصارف آبیاری مناسب نمی‌باشد.
- پساب تصفیه شده با این روش را می‌توان در جریان‌های رودخانه‌ای تخلیه نمود.

omoorepeyman.ir



شکل ۸-۱۲- لجن فعال – هوادهی گسترده

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - نیاز به ورود جریان پیوسته فاضلاب دارد. - با این روش می‌توان به سطوح بالایی از تصفیه ثانویه دست یافت. - زمین موردنیاز چندان زیاد نمی‌باشد. - نیاز به تأمین برق برای هواده‌ها و پمپ‌ها دارد.	- اندازه و حجم تانک هوادهی باید به گونه‌ای باشد که مقدار کافی لجن و با زمان ماند کافی در تانک باقی بماند. در این شرایط لجن تثبیت شده حاصل خواهد شد. - سن لجن برای این روش ۱۵ تا ۲۵ روز می‌باشد که در شرایط آب و هوایی سرد این محدوده بیش‌تر باید باشد. (برای آب و هوای گرم بالعکس) - بعد از تانک هوادهی لازم است تانک ته‌نشینی پیش‌بینی شود.	- عملیات بهره‌برداری و نگهداری از این سامانه باید توسط پرسنل آموزش دیده و ماهر انجام شود. این مهارت شامل پیدا کردن بالانس منا سب بین بار آلودگی ورودی و بیومس کافی و همچنین زمان ماند مناسب برای تثبیت شدن لجن می‌باشد. - کنترل مناسب عمق لجن در مرحله ته‌نشینی و رفع سریع مشکلات مربوط به لجن در تانک ته‌نشینی لازم و ضروری می‌باشد. - نگهداری مستمر و دوره‌ای پمپ‌هاو هواده‌ها لازم است. - هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری نسبتاً بالایی دارند.

۷-۲-۱۲- رآکتور ناپیوسته متوالی - Extended Aeration Sequencing Batch Reactor Type (SBR-EA)

۷-۲-۱۲-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

رآکتور ناپیوسته متوالی، یکی از گونه‌های فرایند لجن فعال می‌باشد و استفاده از آن برای جوامع کوچک از جمله رایج‌ترین و متداول‌ترین روش‌ها به خصوص در حالت هوادهی گسترده می‌باشد. روش SBR به خصوص برای جوامعی که میزان تولید فا ضلاب آن‌ها کم ا ست منا سب می‌با شد. در این روش نسبتاً زمان بیش‌تری برای اختلاط صرف و مراحل

omoorepeyman.ir

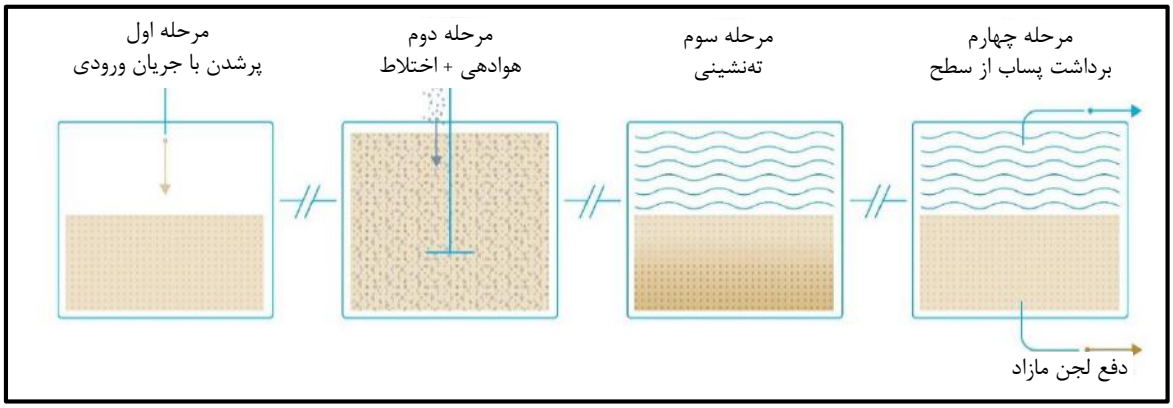
مخلوط کردن لجن و تخلیه آن، همه در یک تانک انجام می شود و همین موضوع بالاتر بودن سن لجن را سبب می شود. در برخی شرایط یک تانک و در برخی شرایط از چندین تانک بهره‌گیری می‌شود.

در یک سیستم SBR همان اصول حاکم بر فرایند لجن فعال حاکم است. فقط ویژگی متمایز آن نسبت به سایر روش‌ها این است که ته‌نشینی جامدات به جای یک تانک مستقل، مستقیماً در همان تانک هوادهی انجام می‌گیرد. فرایند به صورت ناپیوسته و مراحل پر شدن، واکنش(هوادهی و اختلاط)، ته‌نشینی و تخلیه به صورت متوالی در یک تانک انجام می شود. این روش یکی از منعطف‌ترین روش‌های بیولوژیکی تصفیه فاضلاب می‌باشد که قادر به حذف نیتروژن و فسفر می‌باشد و پساب با کیفیت مطلوبی تولید می‌نماید. نسبت به فرایند حوضچه اکسیداسیون، این روش به فضای کم‌تری نیاز دارد.

۷-۲-۱۲-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده را می‌توان برای مصارف محدود شده(درختان میوه و غلات) استفاده نمود.
- برای کاربرد پساب برای مصارف محدود نشده، عملیات گندزدایی باید انجام شود و قبل از کاربرد توسط سیستم‌های آبیاری قطره‌ای فیلتراسیون و گندزدایی باید صورت پذیرد.

استفاده مجدد از لجن حاصل از این روش نیاز به هضم دارد.



شکل ۷-۱۳- رآکتور ناپیوسته متوالی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● مجموعه چندین خانه (سامانه شاخه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - این روش نیاز به تأمین انرژی به صورت پیوسته دارد. - اختلاط فاضلاب ورودی به این سیستم با فاضلاب صنعتی بر عملکرد تصفیه اثرگذار است. این روش نسبت به شوک‌های هیدرولیکی و آلی مقاومت کمی دارد.	- برای بهینه‌سازی عملکرد این سیستم می‌توان از ۲ تانک مجزا و به تناوب بهره‌گیری کرد. - ممکن است نیاز به مخزن متعادل ساز وجود داشته باشد. - برای کاربرد این روش برای روستاها و جوامع کوچک ظرفیت تصفیه هر واحد حداکثر می‌تواند 8000 m3/d باشد.	- در محل‌هایی که فاضلاب بسیار رقیق می‌باشد، استفاده از این روش پیشنهاد نمی‌شود. - احتمال گرفتگی اجزای مربوط به هوادهی در زمان سیکل ته‌نشینی وجود دارد. - هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری این سامانه متوسط می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۱۳- صافی چکنده Trickling Filter (TF)

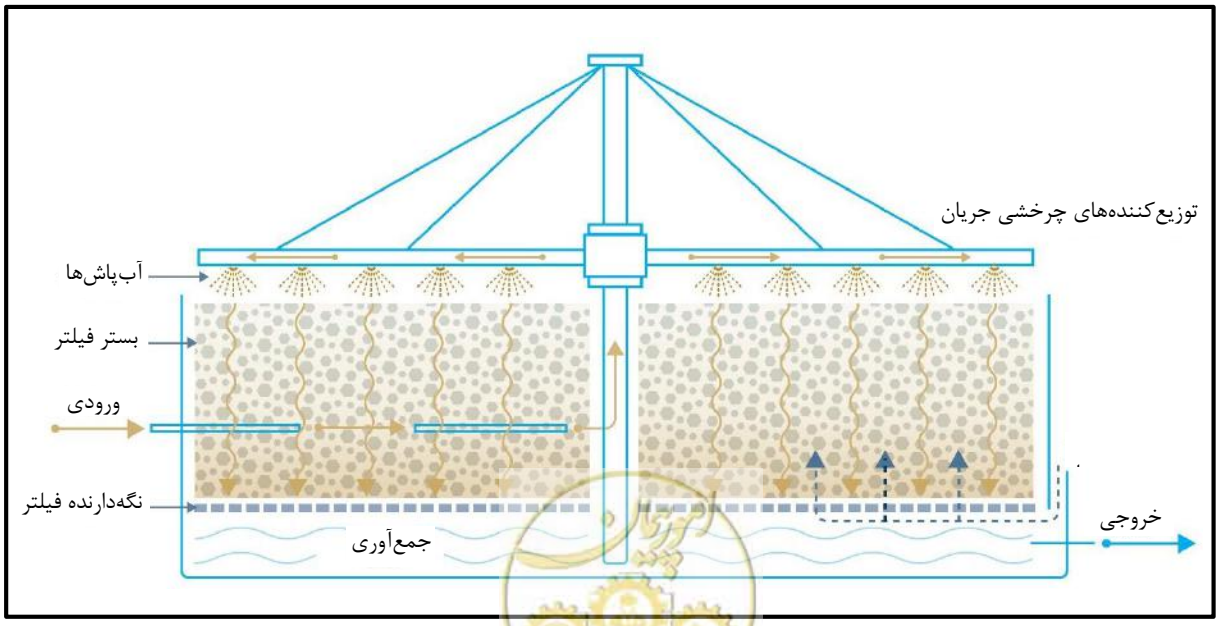
۷-۲-۱۳-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

صافی چکنده از سازه‌ای تشکیل یافته که شامل بسترهایی از جنس قلوه سنگ، شن‌های درشت، لوله‌های PVC، پوزولان و ... می‌باشد که این بسترها در واقع محلی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها می‌باشند. روی این بسترها فیلم‌های بیولوژیکی تشکیل می شود که محل فعالیت باکتری‌های هوازی در سطح و لایه بالایی و باکتری‌های بی‌هوازی در لایه‌های پایینی می‌باشد. فاضلاب خام پس از گذراندن تهنشینی اولیه از بالای صافی چکنده روی بسترها پاشیده می‌شود و با عبور از بستر عملیات تصفیه روی آن انجام می‌گیرد. با رشد باکتری‌ها و افزایش ضخامت لایه بیوفیلم، در اثر عبور فاضلاب این لایه از سطح بسترها جدا می‌شوند و از این‌رو لازم است بعد از این واحد، یک واحد تهنشینی پیش‌بینی گردد. گاهی بخشی از پساب تصفیه شده که از مخزن تهنشینی حاصل می‌شود، با هدف افزایش عملکرد و حفظ رطوبت بستر به صافی چکنده بازگردانده می شود. پساب خروجی از این سیستم استانداردهای پساب ثانویه را دارد اما راندمان حذف مواد سمی و فلزات سمی در این سیستم پایین می‌باشد.

۷-۲-۱۳-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده را می‌توان برای مصارف محدود شده(درختان میوه و غلات) استفاده نمود.
- برای کاربرد پساب برای مصارف محدود نشده، عملیات گندزدایی باید انجام گیرد.



شکل ۷-۱۴- صافی چکنده

omoorepeyman.ir

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (به صورت شاخه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - نیاز به برقرار بودن جریان پیوسته برای جلوگیری از خشک شدن سطح بستر و از بین رفتن بیوفیلم‌ها. تأمین پیوسته انرژی برق در صورت استفاده از پمپ برای انتقال فاضلاب به محل صافی چکنده. - این سیستم توانایی محدودی در پذیرش فاضلاب مخلوط دارد. - میزان افزایش بار آلی نسبت به شرایط طراحی عمدتاً تا میزان ۵۰٪ است.	- برای مناطق حاشیه شهر و روستاهای بزرگ، این سیستم یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها می‌باشد. - برای پیشگیری بیش‌تر از انسداد سیستم پاشش فاضلاب، واحد تهنشینی اولیه توصیه می‌شود. - بعد از صافی چکنده، استقرار واحد تهنشینی ضروری است. - در شرایط آب و هوایی سرد آسیب‌پذیر است. - حجم لجن تولیدی بالاست.	- توزیع فاضلاب روی بستر صافی باید به صورت یکنواخت باشد. - جریان فاضلاب ورودی نباید قطع شود.

۷-۲-۱۴- تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان Rotating Biological Contactor (RBC)

۷-۲-۱۴-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

یک تماس‌دهنده بیولوژیکی چرخان یک فرایند بیولوژیکی هوازی است. بخشی از دیسک‌های موجود در این سیستم که به عنوان بستر برای رشد میکرواورگانیسم‌ها می‌باشند در فاضلاب قرار دارند و توسط یک موتور حول محور مرکزی چرخانده می‌شوند. با این عمل هم اختلاط و هم هوادهی صورت می‌پذیرد. در این سیستم میکرواورگانیسم‌ها روی دیسک‌ها رشد و تولید بیوفیلم می‌نمایند. چرخیدن دیسک‌ها این امکان را فراهم می‌آورد که بیوفیلم‌های رشد کرده روی دیسک‌ها علاوه بر تجزیه مواد آلی، هم‌زمان اکسیژن‌گیری نیز می‌کنند. با تغییر سرعت چرخش دیسک‌ها، نرخ هوادهی قابل کنترل می‌باشد که این تغییر سرعت با شدت بار آلی فاضلاب وابسته می‌باشد.

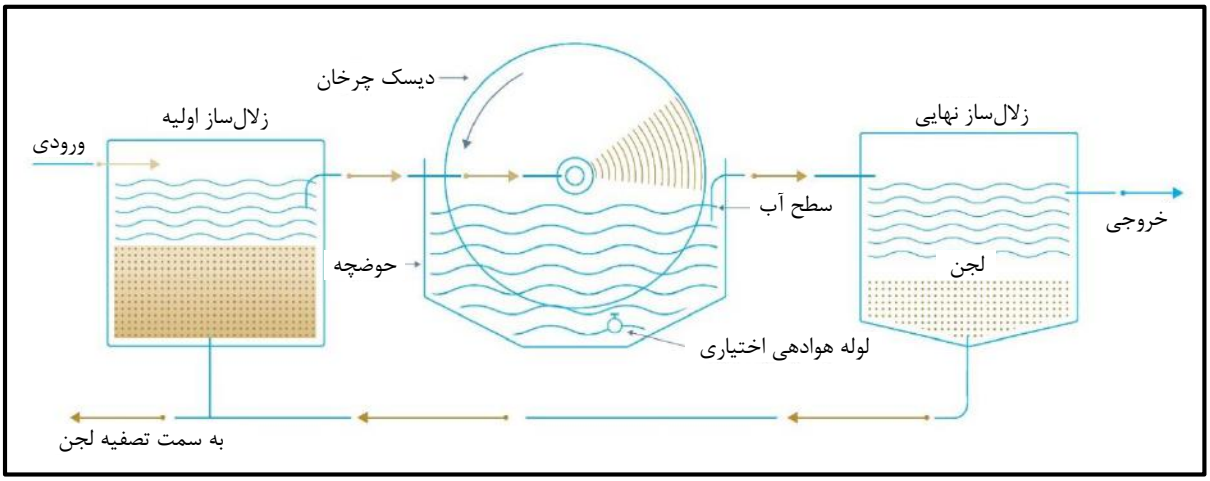
با افزایش ضخامت بیوفیلم رشد کرده روی دیسک‌ها تا میزان ۵ میلی‌متر، به تدریج آن‌ها از سطح دیسک‌ها جدا می شوند و در کف حوضچه جمع می شوند. برخی از این توده‌ها در پساب غوطه‌ور می‌مانند که باید از طریق تهنشینی نهایی از جریان خروجی حذف شوند.

عملکرد این روش بسیار شبیه روش لجن فعال و SBR می‌باشد و در حذف باکتری‌های بیماری‌زا بسیار مؤثر می‌باشد.

۷-۲-۱۴-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده را می‌توان برای مصارف محدود شده(درختان میوه و غلات) استفاده نمود.
- برای کاربرد پساب برای مصارف محدود نشده، عملیات گندزدایی باید انجام گیرد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۱۵- تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخان

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (به صورت شاخه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - این سیستم نیاز به تأمین پیوسته نیروی برق دارد. - فرایند این روش از پایداری بالایی برخوردار است و نسبت به شوک‌های هیدرولیکی و آلی مقاومت دارد.	- نیاز به واحد ته‌نشینی بعد از واحد اصلی فرایندی دارد. - در حالت پیشرفته، چیدمان فاز تصفیه ثانویه شامل ۳ تا ۴ مرحله می‌باشد که توسط بافل از هم جدا شده‌اند. اما در جوامع کوچک می‌توان از یک واحد دیسک دوار برای همه این مراحل استفاده و یا تعداد آن‌ها را کم‌تر کرد. - می‌توان در تانک اصلی فرایندی، از تزریق هوا برای کمک به بهبود فرایند بهره گرفت. - درصورتی‌که میزان بار آلی جریان فاضلاب ورودی متغیر باشد، باید از یک تانک متعادل ساز مجهز به سیستم هوادهی قبل از آن استفاده گردد.	- پرسنل بهره‌بردار از این سیستم باید با سیستم‌های الکتریکی آشنایی داشته باشند. - در زمان افزایش بار آلودگی در فاضلاب ورودی، هوادهی اضافی برای بهبود عملکرد سیستم سودمند می‌باشد. - لجن حاصل از ته‌نشینی نهایی باید به صورت روزانه از سیستم خارج شود تا سامانه دچار مشکل نشود. - این سامانه باید از تابش مستقیم خورشید، باد و باران و همچنین یخ‌زدگی محافظت شود.

۷-۲-۱۵- سامانه UASB به همراه برکه تثبیت فاضلاب UASB Followed by WSP (UASB-WSP)

۷-۲-۱۵-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

در این روش در ابتدا یک رآکتور UASB قسمت عمده بار آلودگی آلی فاضلاب را حذف می‌نماید. لجن حاصل شده از این مرحله به خوبی هضم شده است. ترکیب این روش با برکه برای گندزدایی و ارتقای عملکرد و راندمان، یک ایده مناسب برای حذف مواد آلی و گندزدایی به صورت هم‌زمان می‌باشد.

مزایای ترکیب این ۲ روش عبارتند از:

- بازده لجن بی‌هوازی پایین است. ولی زمانی که در رآکتور UASB به خوبی تثبیت و تغلیظ شود، به صورت مستقیم و به صرف قابل آبگیری می‌باشد.

omoorepeyman.ir

- لجن مدفوعی (Fecal Sludge) به طور مؤثر در رآکتور UASB قابل هضم شدن می‌باشد.
- حذف قسمت عمده بار آلی در UASB این امکان را فراهم می‌آورد تا برکه‌ها بر مبنای گندزدایی پساب طراحی شـــوند. (عمق بهینه آب در برکه) در این شـــرایط میزان گندزدایی بســـیار مطلوب خواهد بود و نوعاً نیازی به مرحله گندزدایی دیگری برای کاربرد مستقیم پساب تصفیه شده در آبیاری‌های محدود نشده وجود ندارد.
- خارج کردن لجن از برکه‌ها حتی می‌تواند تا ۱۰ سال انجام نشود.
- از بیوگاز تولیدی UASB می‌توان برای تولید انرژی استفاده نمود.
- با توجه به مصرف کم انرژی و قابلیت تولید بیوگاز برای تولید انرژی، این سیستم می‌تواند به صورت مستقل از شبکه برق سراسری فعالیت داشته باشد.

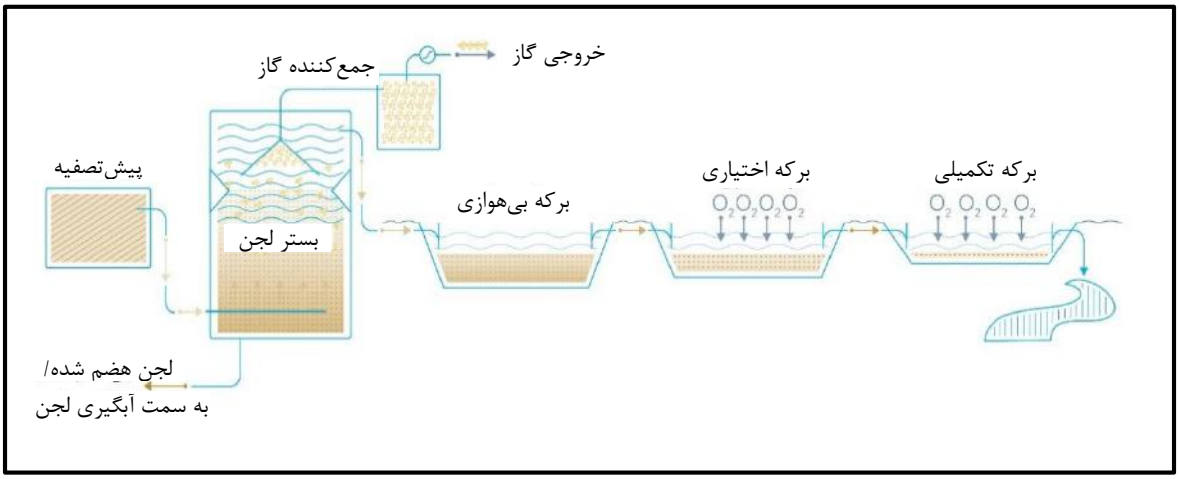
معایب ترکیب این روش‌ها عبارتند از:

- بیوگاز تولیدی رآکتور UASB عمدتاً متان اســـت و برای پیشـــگیری از انفجار باید به خوبی و به نحو مناســـب مدیریت شود. بنابراین نیاز به پرسنل آموزش دیده و ماهر دارد.
- اگر اقدامات و فعالیت‌های مربوط به تصفیه مقدماتی قبل از ورود فاضلاب به این سیستم انجام نگیرد، حجم کفاب روی ســیســـتم قابل توجه خواهد بود و جمع‌آوری آن از روی مایع از آنجایی‌که بخشـــی از آن گاز اســـت، بســـیار چالش برانگیز خواهد بود. درصـــورتی‌که این کفاب جمع‌آوری نشـــود به مرور زمان جامد و حذف آن مشکل‌تر خواهد شد.
- از آنجایی‌که همواره مقداری از این بیوگاز تولیدی به صـــورت محلول در پســـاب باقی می ماند، وارد شـــدن این پســـاب به برکه امکان آزاد شـــدن آن را در اتمســـفر محیط افزایش می‌دهد که این موضـــوع مخاطرات زیســـت محیطی را به دنبال دارد.
- ارتقای این سیستم برای حذف مواد مغذی امکان‌پذیر است. اما لازم است مراحل اضافی برای نیتریفیکاسیون پیش‌بینی شود.
- این چیدمان نیاز به زمین زیادی دارد.

۷-۲-۱۵-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تولیدی قابلیت کاربرد برای مصارف آبیاری غیرمحدود شده را دارد.
- با توجه به پتانسیل بالای تولید جلبک، در صورت استفاده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای لازم است قبل از آن فیلتراسیون انجام گیرد.
- پساب تصفیه شده قابلیت تخلیه مستقیم به مجاری سطحی را دارد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۱۶- سامانه UASB به همراه برکه تثبیت فاضلاب

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - لجن مدفوعی در رآکتور UASB قابل تصفیه می‌باشد. - این سیستم سطوح تصفیه ثانویه را فراهم می‌آورد. اما با توجه به شکل‌گیری جلبک در برکه‌ها، میزان بار آلی در پساب خروجی ممکن است کمی افزایش داشته باشد. میزان حذف مواد مغذی توسط این روش بسیار محدود می‌باشد. - این روش به زمین نسبتاً زیادی به خصوص برای برکه‌ها نیاز دارد. - از بیوگاز تولیدی می‌توان برای تولید انرژی بهره گرفت.	- موارد مربوط به UASB در این سامانه ترکیبی همان موارد درج شده در بخش UASB می‌باشد. - برای زمان ماند ۶ تا ۱۲ ساعت، عموماً ۴ تا ۶ متر عمق برای آب در نظر گرفته می‌شود. - در این روش حوضچه‌های بلوغ در مرحله نهایی و با عمق ۱ متر و زمان ماند ۳ تا ۴ روز در نظر گرفته می‌شوند.	- بهره‌برداری و نگهداری از سیستم UASB نیاز به توجه جدی دارد و اقداماتی نظیر حذف کفاب از روی فاضلاب و کنترل بیوگاز تولیدی باید به صورت مستمر انجام گیرد که این نیازمند پر سنل آموزش دیده و ماهر دارد.

۷-۲-۱۶- سامانه UASB به همراه صافی چکنده UASB Followed by TF (UASB-TF)

۷-۲-۱۶-۱- شرح فرایند

- تصفیه هوازی ثانویه

در این روش در ابتدا یک رآکتور UASB قسمت عمده بار آلودگی فاضلاب را حذف می‌کند که لجن حاصل از این مرحله به خوبی هضم شده است. ترکیب این روش با صافی چکنده باعث ارتقای کیفیت پساب نهایی حتی تا میزان شرایط استاندارد حذف مواد مغذی(BNR) می‌باشد. برای گندزدایی نیاز به یک مرحله دیگر برای این سامانه می‌باشد.

omoorepeyman.ir

مزایای ترکیب این ۲ روش عبارتند از:

- بازده لجن بی‌هوازی پایین است. ولی زمانی که در رآکتور UASB به خوبی تثبیت و تغلیظ شود، به صورت مستقیم قابل آبگیری می‌باشد.
- لجن حاصل از صافی چکنده می‌تواند علاوه بر لجن مدفوعی در رآکتور UASB هضم شود.
- حذف قسمت عمده بار آلی در UASB این امکان را فراهم می‌آورد حجم صافی چکنده را به میزان قابل توجهی کاهش داد. ترکیب این ۲ روش که هر دو بازده بالایی دارند باعث می‌شود فضای کم‌تری نسبت به یک سامانه لجن فعال متعارف نیاز باشد. همچنین شرایط ترکیب این ۲ روش به گونه‌ای است که قابلیت دفع شوک‌های هیدرولیکی و آلی را دارا می‌باشند.
- تولید انرژی از بیوگاز تولیدی UASB می‌تواند یک مزیت قابل توجه برای این سامانه باشد.
- با توجه به مصرف کم انرژی و قابلیت تولید بیوگاز برای تولید انرژی، این سیستم می‌تواند به صورت مستقل از شبکه برق سراسری فعالیت داشته باشد.

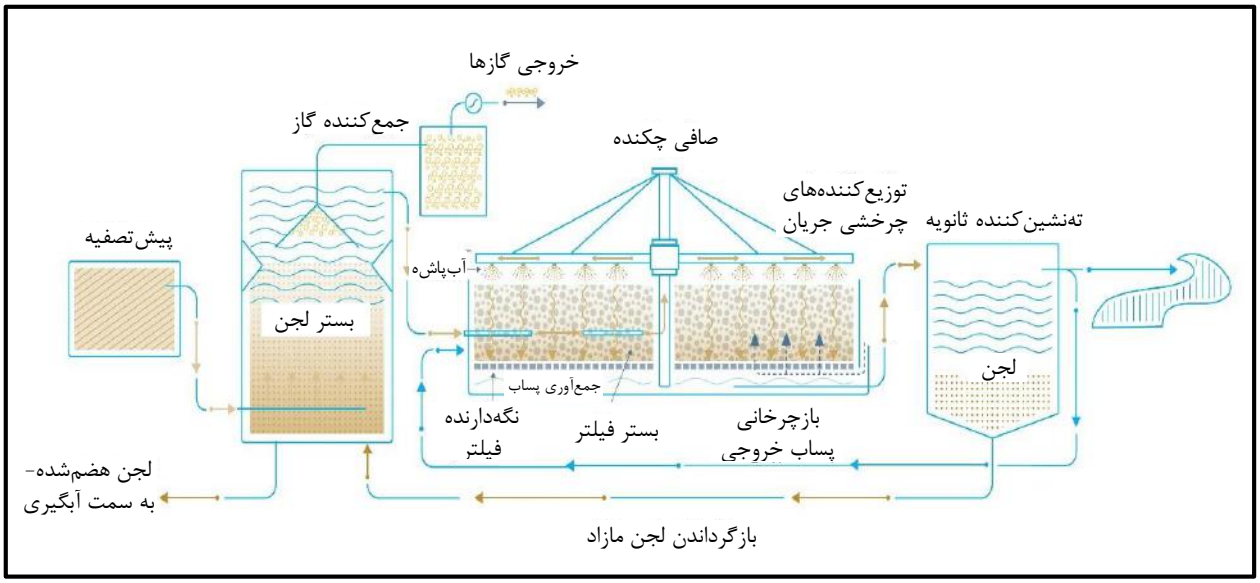
معایب ترکیب این روش‌ها عبارتند از:

- بیوگاز تولیدی رآکتور UASB عمدتاً متان است و برای پیشگیری از انفجار باید به خوبی و به نحو مناسب مدیریت شود. بنابراین نیاز به پرسنل آموزش‌دیده و ماهر دارد.
- اگر اقدامات و فعالیت‌های مربوط به تصفیه مقدماتی قبل از ورود فاضلاب به این سیستم انجام نگیرد، حجم کفاب روی سیستم قابل توجه خواهد بود و جمع‌آوری آن از روی مایع از آنجایی‌که بخشی از آن گاز است، بسیار چالش‌برانگیز خواهد بود. درصورتی‌که این کفاب جمع‌آوری نشود به مرور زمان جامد و حذف آن مشکل‌تر خواهد شد.
- از آنجایی‌که همواره مقداری از این بیوگاز تولیدی به صورت محلول در پساب باقی می‌ماند، وارد شدن این پساب به برکه امکان آزاد شدن آن را در اتمسفر محیط افزایش می‌دهد که این موضوع مخاطرات زیست محیطی را به دنبال دارد.
- ارتقای این سیستم برای حذف مواد مغذی امکان‌پذیر است. اما لازم است مراحل اضافی برای نیتریفیکاسیون در صافی چکنده پیش‌بینی شود.

۷-۲-۱۶-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب خروجی برای آبیاری‌های محدود شده یا تخلیه به مجاری سطحی مناسب می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۱۷- سامانه UASB به همراه صافی چکنده

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - جریان فاضلاب ورودی باید مستمر و پیوسته باشد. - این سیستم سطح مناسبی از تصفیه ثانویه را تأمین می‌کند و همچنین حذف مواد مغذی می‌تواند از طریق این سامانه انجام گیرد. - این سامانه نیاز به زمین زیادی ندارد. - وابستگی این سامانه به نیروی برق کم می‌باشد.	- موارد مربوط به UASB در این سامانه ترکیبی همان موارد درج شده در بخش UASB می‌باشد. - حداقل زمان ماند رآکتور UASB در این چیدمان ۶ تا ۱۲ ساعت است که نوعاً عمق آب باید ۴ تا ۶ متر باشد. - بسته به شرایط، صافی چکنده براساس بار آلی و بار سطحی طراحی می‌شود. در صافی‌های چکنده جدید و مدرن ارتفاع معمولاً ۳ تا ۵ متر در نظر گرفته می‌شود. - بعد از این سیستم نیاز به تانک ته‌نشینی نهایی می‌باشد.	- بهره‌برداری و نگهداری رآکتور UASB نیازمند توجه جدی برای انجام تصفیه مقدماتی، حذف مستمر کفاب و مدیریت بهینه بیوگاز تولید شده می‌باشد. - بهره‌برداری از این سامانه نیاز به پرسنل ماهر و آموزش دیده دارد. باید به این نکته توجه شود که بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات الکتریکی و مکانیکی صافی چکنده نباید تو سط پر سنل غیرمتخصص انجام گیرد.

۷-۲-۱۷- گندزدایی با پرتو فرابنفش Disinfection with Ultraviolet System (UV)

۷-۲-۱۷-۱- شرح فرایند

- تصفیه ثالثیه – گندزدایی پساب

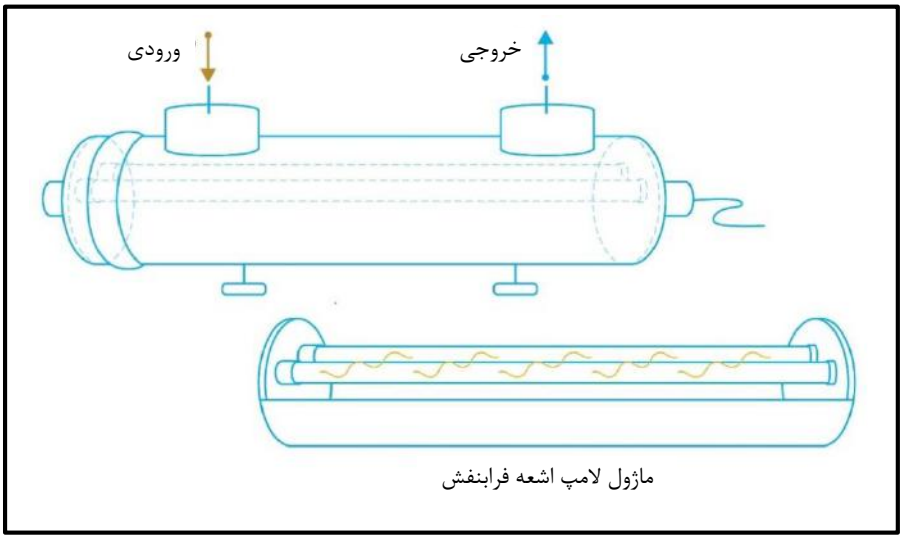
در این روش گندزدایی با پرتو UV، از لامپ های جیوه برای پرتودهی به پساب بهره‌گیری می‌شود که طی آن میکرواورگانیسم‌های بیماری‌زا از بین می‌روند. این لامپ‌ها در یک محفظه از جنس کوارتز(به جای شیشه) قرار گرفته‌اند تا از اثرات خنک‌کنندگی فاضلاب محافظت شوند. پرتوهای فرابنفش سلول‌های میکروبی را غیرفعال می‌کند و از تکثیر آن‌ها جلوگیری می‌کند. با هدف پیشگیری از در معرض پرتو قرار گرفتن اپراتور، این فرایند در یک لوله مات انجام می‌شود. میزان اثربخشی گندزدایی با UV به ویژگی‌های فاضلاب، شدت تشعشع پرتو، مدت زمانی که میکرواورگانیسم‌ها در معرض پرتو قرار

omoorepeyman.ir

دارند و پیکربندی رآکتور بستگی دارد. حتی امروزه سامانه‌های ساده شده برای مصارف خانگی نیز تولید شده است. با توجه به اینکه این روش به صورت فیزیکی انجام و محصولات جانبی ندارد، به گزینه‌ای جذاب به جای کلرزنی تبدیل شده است.

۷-۲-۱۷-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده برای آبیاری های محدود نشده مناسب می‌باشد.



شکل ۷-۱۸- گندزدایی با پرتو فرابنفش

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● خانه‌های منفرد ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - نیاز به تأمین دائم نیروی برق دارد	- این روش در مقایسه با سایر روش‌ها به فضای کم‌تری نیاز دارد.	- این روش برخلاف سایر روش‌های گندزدایی که عموماً شیمیایی هستند، فیزیکی می‌باشد و از این‌رو ریسک‌های مربوط به تولید، کنترل، حمل و نقل، ذخیره‌سازی و خورندگی آن‌ها را ندارد. - برخی دوزهای کم آن برای غیرفعال‌سازی اکثر اورگانیسم‌های بیولوژیکی کافی نمی‌باشد. - در برخی شرایط، ارگانیسم‌ها می‌تواند خود را ترمیم کنند و اثربخشی این روش را در گندزدایی پایین بیاورند. - کدورت و وجود جامدات معلق می‌تواند اثربخشی این روش را تحت الشعاع قرار دهند. - لامپ‌ها باید هر ۶ تا ۱۲ ماه تعویض شوند.

۷-۲-۱۸- گندزدایی با کلر Disinfection with Chlorine (Cl)

۷-۲-۱۸-۱- شرح فرایند

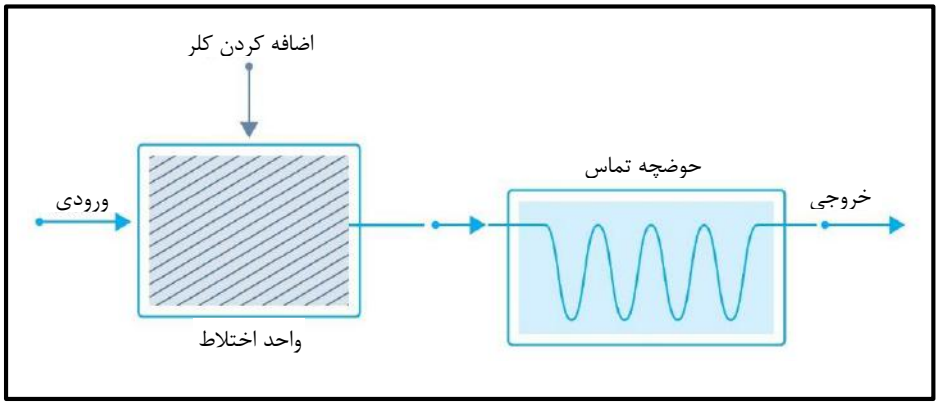
- تصفیه ثالثیه – گندزدایی پساب

کلر اکثر باکتری‌ها، ویروس‌ها و سایر میکرواورگانیسم‌هایی که بیماری‌زا هستند را از بین می‌برد. برای گندزدایی تو سط کلر، ابتدا فا ضلاب با کلر آمیخته و سپس این مخلوط وارد حو ضچه تماس بافل‌دار شده تا زمان ماند کافی برای

تأثیر گندزدایی کلر به پساب داده شود. زمانی که کلر در آب حل می‌شود، رادیکال‌هایی شکل می‌گیرند و به میکرواورگانیسم‌ها و پاتوژن‌ها حمله و پیوندهای مولکولی و سلول‌ها را می‌شکنند و از بین می‌برند. بعد از آن پساب به مجاری پذیرنده تخلیه و یا به استفاده مجدد می‌رسد. با توجه به اینکه پساب حاوی کلر باقیمانده است، این اطمینان وجود دارد که تا مدتی آلودگی در آن وجود نخواهد داشت. گندزدایی با کلر معمولاً با کلر مایع(کلریت سدیم)، گاز کلر، کلسیم هیپوکلریت یا دی اکسید کلر انجام می‌گیرد. نوع و میزان ماده شیمیایی با در نظر گرفتن دبی جریان، کاربرد پساب و میزان تقاضا برای آن، pH و در دسترس بودن ماده شیمیایی انتخاب می‌شود.

۷-۲-۱۸-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده برای آبیاری‌های محدود نشده مناسب می‌باشد.



شکل ۷-۱۹- گندزدایی با کلر

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● خانه‌های منفرد ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - شکل کلر مصرفی به در دسترس بودن آن نوع از ماده شیمیایی و روند تأمین آن وابسته است.	- کلرزنی روش شناخته شده‌ای می‌باشد که کاربرد ساده دارد و در آب محلول است. - در حال حاضر روش کلرزنی مقرون به صرفه‌ترین روش گندزدایی نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد.	- میزان کلر باقیمانده در پساب، زمان گندزدایی را تحت الشعاع قرار می‌دهد و باعث افزایش آن می‌گردد. - ترکیب کلر با برخی مواد آلی طبیعی پتانسیل شکل‌گیری محصولات جانبی را به شدت بالا می‌برد که این محصولات ریسک‌هایی را متوجه سلامت انسان می‌نمایند. - کلیه گونه‌های در دسترس کلر خورنده و سمی می‌باشند. بنابراین در تمامی مراحل تهیه، حمل و مصرف باید شرایط ایمنی رعایت گردد. - در صورت پایین بودن pH کم‌تر از ۸، خورندگی و شکنندگی قطعات پلاستیکی و حتی برخی فلزات دور از ذهن نمی‌باشد.

omoorepeyman.ir

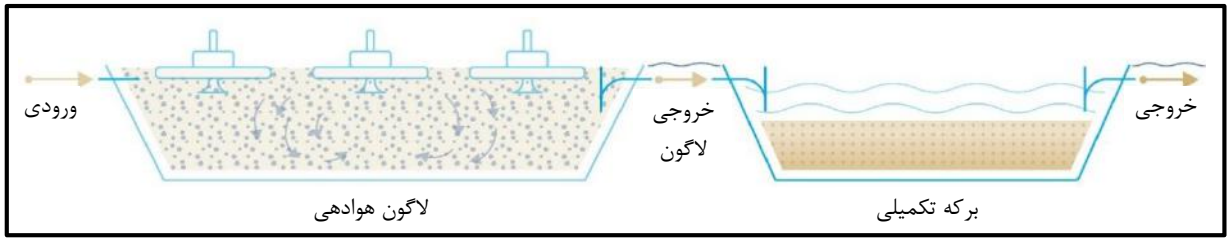
۷-۲-۱۹- برکه‌های تکمیلی (Polishing Pond - PP)

۷-۲-۱۹-۱- شرح فرایند

- تصفیه ثالثیه برای حذف مواد جامد معلق از پساب

برکه‌های تکمیلی(که گاهاً با نام برکه‌های ته‌نشینی نامیده می‌شوند) واحدهایی می‌باشند که پس از لاگون‌های هوادهی قرار می‌گیرند تا میزان جامدات معلق در پساب خروجی به حداقل برسد. کاهش جامدات معلق از جریان پساب با هدف بالا بردن کیفیت و بهبود پارامترهای SS، BOD5، COD، TN، TP و حتی اثربخشی گندزدایی می‌باشد.

وجود این برکه‌ها باعث می‌شود میزان جامدات معلق در دامنه 20 – 60 mg/l قرار گیرد.



شکل ۷-۲۰- برکه‌های تکمیلی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - میزان زمین موردنیاز در این روش کم تا متوسط می‌باشد. - این روش به نیروی برق نیاز ندارد.	- زمان ماند هیدرولیکی در این روش ۱ تا ۲ روز می‌باشد. در نظر گرفتن زمان ماند در این دامنه باعث می‌شود رشد جلبک‌ها در این برکه به حداقل برسد و از افزایش مساحت آن جلوگیری شود. - عمق متداول آب در این برکه ۱/۵ متر می‌باشد.	- شیب دیواره‌ها باید به صورت دوره‌ای برای پیشگیری از رشد هرگونه گیاه بررسی شود. - لجن‌های تجمع یافته در کف باید به صورت دوره‌ای تخلیه شوند. - تجمع بیش از حد لجن در کف برکه سبب تولید بو و مشکلات مربوط به آن می شود(به عنوان مثال در برکه با عمق ۱/۵ متر، ارتفاع لجن در کف نباید بیش از ۰/۵ متر باشد.)

۷-۲-۲۰- فیلتر سنگی Rock Filter (RF)

۷-۲-۲۰-۱- شرح فرایند

- تصفیه ثالثیه برای حذف جلبک

فیلترهای سنگی روشی مقرون به صرفه و با هزینه نگهداری پایین می‌باشد که هدف اصلی آن کاهش جلبک‌های معلق موجود در پساب می‌باشد. این سیستم شامل بستری از سنگ‌ها به صورت معلق می‌باشد. این فیلترهای سنگی می‌تواند هم در ناحیه خروجی لاگون/ برکه و هم به عنوان واحدی جداگانه در پایین‌دست لاگون / برکه قرار داده شوند.

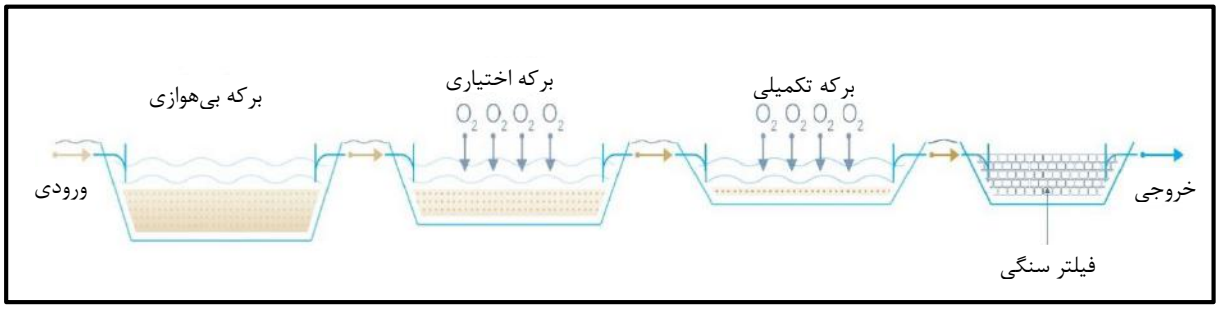
جلبک‌های معلق روی بستر سنگی می‌چسبند و توسط باکتری‌ها تجزیه می‌شوند.

omoorepeyman.ir

در این روش میزان حذف SS حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد. از این‌رو با طراحی مناسب این فیلتر میزان جامدات معلق در پساب خروجی را می‌توان تا میزان 30 mg/l و یا کم‌تر کاهش داد.

۷-۲-۲۰-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب تصفیه شده برای مصارف آبیاری محدود نشده مناسب می‌باشد.



شکل ۷-۲۱- فیلتر سنگی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (سامانه خوشه‌ای) ● شهرک‌ها و جوامع کوچک - فضای موردنیاز این روش کم تا متوسط می‌باشد.	- طراحی این وا حد ها براساس نرخ بار هیدرولیکی می‌باشد. - این سامانه شامل سنگ‌هایی با اندازه ۷۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر(در برخی مراجع ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر) و عمق بستر ۱/۵ تا ۲ متر می‌باشند و جریان فاضلاب به صورت افقی از میان آن‌ها عبور داده می‌شود. - سنگ‌ها باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از سطح آب باشند تا تولیدمثل پشه‌ها و انتشار بو از سیانو باکترها(روی سطوح مرطوب در معرض نور خورشید رشد می‌کنند) به حداقل برسد.	- این سامانه نیاز به پاکسازی دوره‌ای مواد تجمع یافته روی سنگ‌ها دارد.

۷-۲-۲۱- فیلتر چرخان دیسکی Rotary Disc Filter (RDF)

۷-۲-۲۱-۱- شرح فرایند

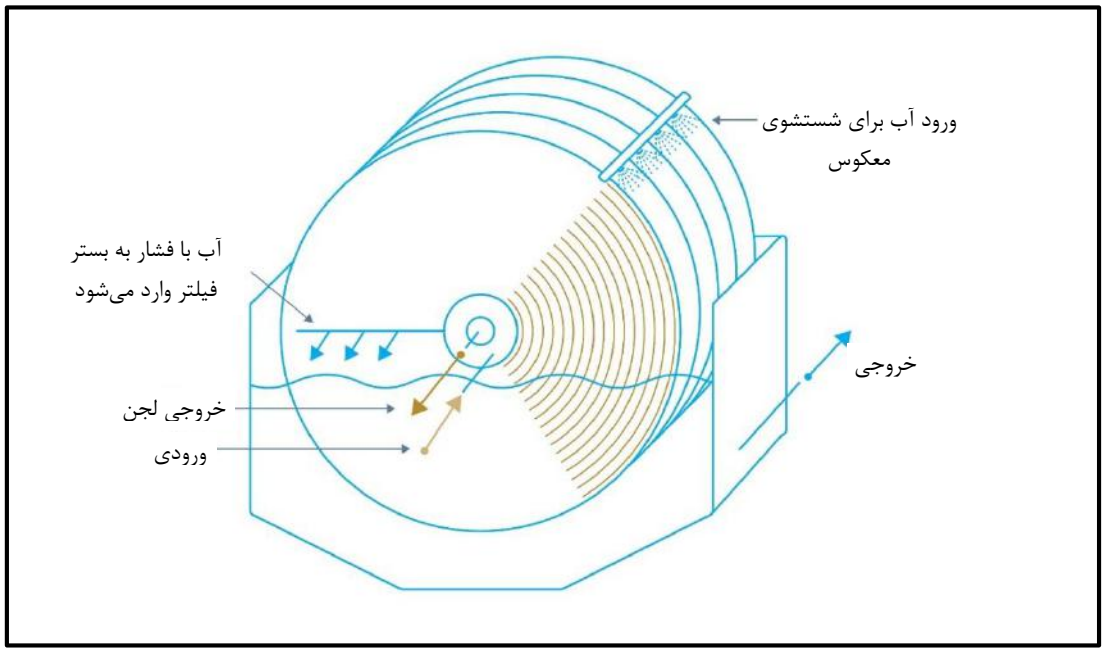
- تصفیه ثالثیه

فیلتر چرخان دیسکی فرایندی فیزیکی مبتنی بر فیلتر کردن فاضلاب از طریق فیلترهای دیسکی شکل که در یک درام چرخان برای حذف مواد جامد معلق باقیمانده از پساب‌های ثانویه جای گرفته‌اند، می‌باشند. درام چرخان خود به بخش‌هایی تقسیم می‌شود که هر کدام از این بخش‌ها با فیلتر(بستر فیلتری) پوشانده شده است. فاضلاب از طریق لوله تغذیه به مرکز درام وارد می‌شود و به دلیل وجود اختلاف فشار بین کانال فیلتر و منطقه جمع‌آوری پساب که خارج از درام است، از جداره درام عبور می‌کند. در ادامه پساب در کانال تحتانی جمع‌آوری و به بیرون از سیستم فرستاده می‌شود.

با تجمع لجن روی فیلتر و رسیدن آن به حد مشخص، سیستم شستشو فعال و با آب این لجن‌ها برطرف و برای دفع از طریق مجرایی دیگر از سامانه خارج می‌شود.

۷-۲-۲۱-۲- استفاده مجدد از پساب

- پساب برای آبیاری محدود شده مناسب می‌باشد.
- این پساب بعد از گندزدایی برای مصارف آبیاری محدود نشده مناسب است.



شکل ۷-۲۲- فیلتر چرخان دیسکی

مشخصات	طراحی	بهره‌برداری
- جمعیت قابل اتصال ● چندین خانه (سامانه شاخه‌ای) - در مقابل تغییر در کیفیت فاضلاب ورودی انعطاف‌پذیری ندارد.	- زمانی که از فیلترهای ثالثیه استفاده می‌شود، به دلیل احتمال گرفتگی روزنه های ریز آن، ظرفیت هیدرولیکی کاهش خواهد یافت.	- شستشوی فیلتر باید به صورت دوره‌ای انجام گیرد. در صورت نیاز، شستشو با اسید برای رفع گرفتگی به خصوص گرفتگی‌های با مواد معدنی باید انجام پذیرد.

omoorepeyman.ir

فصل ۸

انتخاب روش و چیدمان مناسب برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۸-۱- الگوی انتخاب روش مناسب

همان‌گونه که در بخش ۶-۵ اشاره شد، روش‌ها و گزینه‌های مختلفی برای تصفیه فاضلاب در دسترس می‌باشند که برخی از آن‌ها به تنهایی و برخی دیگر به صورت ترکیبی با روشی دیگر(که به زنجیره تصفیه می‌توان تعبیر کرد) می‌توانند اثربخشی بالایی برای اهداف تصفیه فاضلاب را تأمین نمایند.

دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده در قوانین و مقررات و همچنین پتانسیل استفاده مجدد از پساب تصفیه شده برای مصارف مختلف از قبیل کشاورزی و صنعت، فاکتورهای کلیدی در انتخاب نوع فرایند و طراحی تصفیه‌خانه می‌باشد. همان‌طور که در ابتدای این ضابطه اشاره شد، جوامع کوچک و روستایی فرصت‌های مناسبی برای استفاده مجدد از پساب تصفیه شده را به دلیل امکان استفاده از آن‌ها در همان ناحیه فراهم می‌آورند. روش‌های تصفیه اولیه و ثانویه معرفی شده در این ضابطه که فاضلاب را تا درجات مختلفی تصفیه می‌نمایند، با اینکه در حذف مواد جامد معلق و آلی از فاضلاب مؤثر هستند، اما معمولاً برای حذف میکرواورگانیسم‌ها و رساندن آن‌ها به سطح قابل قبول کافی نیستند. با توجه به خطرات بهداشتی مرتبط با استفاده از فاضلاب تصفیه شده به صورت مستقیم و غیرمستقیم، حذف پاتوژن‌ها و نظارت بر اقدامات کنترلی باید به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از زنجیره فرایندهای تصفیه در نظر گرفته شوند.

ترکیب‌های مختلف از روش‌های پیشنهادی شامل گزینه‌های با زمین موردنیاز کم تا زیاد می‌تواند برای دستیابی به سطوح کیفی پساب جهت استفاده مجدد مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرند. (جدول ۸-۱)

جدول ۸-۱- نمونه ای از ترکیب روش‌های مختلف تصفیه برای اهداف مختلف استفاده مجدد

روش‌های تصفیه با زمین مورد نیاز زیاد	مصارف مجدد	روش‌های تصفیه با زمین موردنیاز کم
- برکه تثبیت - وتلندهای ساخته شده	- آبیاری درختان میوه، جنگل ها و مراتع - محصولات زراعی صنعتی - غلاتی که قبل از مصرف باید پخته شوند	- هوادهی گسترده - صافی چکنده - RBC
- تصفیه ثالثیه (+ حذف پاتوژن‌ها) - برکه‌های تکمیلی - فیلتراسیون خاکی	- آبیاری‌های محدود نشده - آبیاری فضای سبز پارک‌ها در شهرک‌ها - تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی - صنایع	- تصفیه ثالثیه (+ حذف پاتوژن‌ها) - گندزدایی - حذف نیتروژن و فسفر

قبل از انتخاب روش و یا زنجیره روش‌های مناسب برای تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی لازم است ۲ مجموعه شاخص مورد توجه قرار گیرد:

۱- شاخص پروژه: این شاخص مستقل از روش و فرایندهای تصفیه می‌باشند و ویژگی‌ها و محیط یک جامعه کوچک یا روستایی را مشخص می کنند و در ادامه بر انتخاب فناوری تأثیر می‌گذارند.

۲- شاخص فناوری: این شاخص شامل اطلاعات خاص روش موردنظر(به عنوان مثال، عملکرد و ویژگی‌های فنی) است که در نهایت بر تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارد.

omoorepeyman.ir

۸-۱-۱- شاخص پروژه

هدف این شاخص شناسایی ویژگی‌های جامعه هدف است که بر انتخاب فناوری اثر می‌گذارد. در این مجموعه شش معیار اصلی پروژه پیشنهاد می‌شود که ویژگی‌های مهم جامعه کوچک یا روستایی را مشخص می‌کند، که باید در هنگام انتخاب روش تصفیه فاضلاب در نظر گرفته شود. این موارد اهمیت جوانب متفاوتی که تصمیم‌گیرندگان باید در ارتباط با جمعیت، رشد، فعالیت‌های محلی و خدمات و شیوه‌های موجود در نظر بگیرند را برجسته می‌نماید و عبارتند از:

- امکان‌سنجی فاضلابروها

وجود و کیفیت سایر خدمات در جامعه هدف مانند شرایط تأمین و توزیع آب، بر انتخاب گزینه‌های تصفیه فاضلاب اثرگذار خواهد بود. تراکم ساختمان‌ها و فاصله آن‌ها با هم از مهم‌ترین مواردی می‌باشند که در امکان پیاده‌سازی فاضلابروها در مقایسه با روش‌های تصفیه در محل مانند سپتیک تانک نقش دارند. عموماً ساختمان‌های متراکم‌تر و با فواصل کم و نزدیک به هم، شرایط بهتری برای احداث فاضلابروها را ایجاد می‌نمایند.

از دیدگاه دسترسی به شبکه توزیع آب، در صورت عدم وجود شبکه توزیع، وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب گزینه مناسبی نمی‌باشد. همچنین در صورت سرانه پایین مصرف آب در جامعه و یا تمایل افراد جامعه برای استفاده مجدد فاضلاب تولیدی در آبیاری فضای سبز و باغی خود، احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب ضرورتی نخواهد داشت.

علاوه بر این باید به این نکته توجه شود که سرانه پایین مصرف آب در یک جامعه به معنی تولید فاضلاب قوی‌تر و به تبع آن نیاز به روشی با کارایی بالا خواهد داشت.

- جمعیت تحت پوشش (مجموع انشعابات)

مجموع انشعابات متصل به یک واحد تصفیه که گاهی به صورت جمعیت معادل در نظر گرفته می‌شود، حداقل ظرفیت موردنیاز برای واحد تصفیه و نیاز به احداث فاضلابرو را مشخص می‌نماید. همچنین وجود کارگاه‌ها و صنایع کوچک بر انتخاب نوع فرایند تصفیه نقش مؤثری دارد.

- لجن تولیدی / تصفیه لجن

دسترسی به امکانات لازم برای تصفیه لجن و یا وجود جوامعی در اطراف برای استفاده از تأسیسات آن جوامع برای تصفیه لجن باید در انتخاب نوع فرایند تصفیه و اندازه واحد تصفیه‌خانه در نظر گرفته شود.

- مقررات مربوط به تصفیه فاضلاب، پساب، تخلیه و استفاده مجدد از لجن

- زمین در دسترس برای احداث تصفیه‌خانه

- انرژی (برق) موردنیاز تصفیه‌خانه

omoorepeyman.ir

۸-۱-۲- شاخص فناوری

شاخص‌های فناوری که به روش‌های فرایندی مربوط می‌با شند شامل ۱۱ معیاری می شوند که بر انتخاب نوع روش تصفیه اثرگذار می‌باشند:

- راندمان تصفیه

جدول ۸-۲- راندمان روش‌های مختلف تصفیه

راندمان نسبی تصفیه	امتیاز	غلظت پساب خروجی	روش
کم	۱	120 mgBOD5/L و بالاتر	– روش‌های دارای تصفیه اولیه به تنهایی
متوسط	۲	بین 60 تا 120 mgBOD5/L	– ABR, ANF, WSP, AL, UASB
کم	۳	کم‌تر از 60 mgBOD5/L	– CWs, EA, SBR(EA), TFs, RBCs, UASB-TF and UASB-WSP

- امکان ارتقای فرایند برای حذف نیتروژن و فسفر: امکان ارتقای روش مورد نظر برای حذف نیتروژن و فسفر در آینده و همچنین میزان سهولت یا صعوبت آن، معیار قابل توجه در انتخاب نوع فرایند می‌باشد.

جدول ۸-۳- امکان ارتقای روش‌های مختلف تصفیه برای حذف نیتروژن و فسفر

سهولت ارتقاء برای BNR	امتیاز	روش
ارتقای بسیار مشکل به سطح BNR (بسیار مشکل/ امکان‌ناپذیر)	۱	– ST / BD / IMH – ABR/ ANF / WSP – AL, UASB – UASB-WSP
ارتقای متوسط به سطح BNR	۲	– CW (1-st) – TF, RBC – UASB-TF
ارتقای آسان به سطح BNR	۳	– CW (hybrid) – EA, SBR (EA)

- زمین در دسترس

جدول ۸-۴- زمین موردنیاز برای روش‌های مختلف فرایندی

زمین حدودی مورد نیاز	امتیاز	روش
زیاد	۱	– انواع بر که‌ها و لاگون‌ها و وتلندها و همچنین روش‌های ترکیبی مانند UASB-WSP
متوسط	۲	– به طور کلی فرایندهای فشرده نیاز به زمین متوسط دارند و UASB به دلیل نیاز به فرایندها و واحدهای تصفیه تکمیلی – PP و RF هم جزو فرایندهای با نیاز متوسط به زمین هستند.
کم	۳	– روش‌هایی که بیش‌تر مناسب سامانه‌های شاخه‌ای می‌باشند مانند BD، ANF، ST. این روش‌ها به همراه ABR قابلیت احداث به صورت مدفون را دارند. – روش‌های لجن فعال و صافی چکنده – IMH، RBC و RDF و همچنین روش‌های گندزدایی

- تخصص و مهارت پرسنل بهره‌برداری

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۵- نیاز به پرسنل متخصص و دارای مهارت برای روش‌های مختلف تصفیه

نیروی متخصص موردنیاز	امتیاز	روش
نیاز به وجود چندین نیروی آموزش دیده در محل	۱	– EA، SBR، AL و UASB – سیستم‌های گندزدایی – RDF
نیاز به وجود یک نیروی آموزش دیده در محل	۲	– TF – SBR
نیاز به بازدید دوره‌ای توسط نیروی آموزش دیده	۳	– WSP – کلیه روش‌های تصفیه اولیه و CW، PP و RF

– در دسترس بودن تجهیزات و لوازم یدکی و نیازهای بهره‌برداری و نگهداری

جدول ۸-۶- نیاز به عملیات بهره‌برداری و نگهداری برای روش‌های مختلف تصفیه

تناوب عملیات نگهداری	امتیاز	روش
داشتن برنامه منظم برای جایگزینی قطعات و بازدیدهای دوره‌ای	۱	– روش‌های دارای تجهیزات هوادهی مانند EA, SBR, AL – روش‌های تصفیه ثالثیه به جز PP و RF – روش‌های نیازمند مواد شیمیایی
بازدیدهای دوره‌ای، جایگزینی کم قطعات	۲	– RBC, TF, UASB-TF
بازدیدهای دوره‌ای و جایگزینی کم	۳	– روش‌های تصفیه اولیه و ثانویه مانند IMH, BD, ST, ABR, ANF, WSP, CW , UASB – PP, RF

– میزان لجن تولیدی

جدول ۸-۷- میزان تقریبی لجن تولیدی برای روش‌های مختلف تصفیه

تناوب نیاز به دفع لجن	امتیاز	روش
روزانه	۱	– EA، SBR ،CW(1-st), TF – RBC و RDF
ماهانه	۲	– ANF – CW (hybrid) – UASB و UASB-WSP
سالانه (یا بیش‌تر)	۳	– WSP – کلیه روش‌های تصفیه اولیه و AL، PP و RF

– نیاز به انرژی

جدول ۸-۸- میزان تقریبی نیاز به انرژی برق برای روش‌های مختلف تصفیه

نیاز به انرژی برق	امتیاز	روش
دائمی و براساس زمان‌بندی مشخص	۱	– انواع مختلف EA برای تداوم شرایط هوادهی
نیاز کم تا متوسط یا غیر پیوسته	۲	– AL، TF، UASB-TF – RBC – برخی گونه‌های CW
عدم نیاز	۳	– UASB , WSP – برخی CW – روش‌های تصفیه اولیه مانند ABR, ANF, IMH, ST

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۹- مصرف انرژی و راندمان تصفیه

نیاز به انرژی برق	راندمان تصفیه		
	کم	متوسط	بالا
مصرف انرژی کم	ABR, ANF, WSP, UASB, UASB-WSP	-	CW(1-st), CW(hybrid), RBC
مصرف انرژی متوسط	-	AL	TF, UASB-TF
مصرف انرژی بالا	-	-	EA, SBR(EA)

- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

جدول ۸-۱۰- متوسط دامنه هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری و نگهداری

هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری	امتیاز	روش
هزینه‌های بالا	۱	EA, SBR(EA)
هزینه‌های متوسط	۲	ALs, TFs, UASBs RBCs
هزینه‌های کم	۳	روش‌های تصفیه اولیه گزینه‌های تصفیه ثالثیه WSPs and CWs ABRs, ANFs,

- سرمایه‌گذاری اولیه

جدول ۸-۱۱- متوسط هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه روش‌های مختلف تصفیه

هزینه‌های نسبی سرمایه‌گذاری	امتیاز	روش
بالا	۱	EA, SBR(EA) CWs, RBCs, TFs, UASB-TF ,UASB-WSP.
متوسط	۲	روش‌های تصفیه اولیه مانند ANF, IMH روش‌های لاگونی و UASB
کم	۳	روش‌های مرتبط با سامانه خوشه‌ای مانند ST, BD ABR روش‌های تصفیه ثالثیه

- پتانسیل استفاده مجدد
- اثرات بر تغییرات آب و هوایی (تولید گازهای گلخانه ای)

در نهایت به صورت خلاصه می‌توان معیارهای مربوط به تکنولوژی را مطابق با جدول (۸-۱۲) بیان نمود:

جدول ۸-۱۲- معیارهای مرتبط با تکنولوژی (روش) تصفیه فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

معیارهای فنی / زیست محیطی	معیارهای اقتصادی	سایر ملاحظات
راندمان تصفیه امکان ارتقای فرایند برای حذف نیتروژن و فسفر زمین در دسترس تخصص و مهارت پرسنل بهره‌برداری در دسترس بودن تجهیزات و لوازم یدکی و نیازهای بهره‌برداری و نگهداری میزان لجن تولیدی نیاز به انرژی	هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سرمایه‌گذاری اولیه	پتانسیل استفاده مجدد اثرات بر تغییرات آب و هوایی(تولید گازهای گلخانه‌ای)

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۱۳- امتیازدهی پیشنهادی برای روش‌های تصفیه

روش	علامت اختصاری	راندمان تصفیه (جدول ۸-۲)	امکان ارتقای فرایند برای حذف نیتروژن و فسفر (جدول ۸-۳)	زمین در دسترس (جدول ۸-۴)	تخصص و مهارت پرسنل بهره‌برداری (جدول ۸-۵)	در دسترس بودن تجهیزات و لوازم یدکی و نیازهای بهره‌برداری و نگهداری (جدول ۸-۶)	میزان لجن تولیدی (جدول ۸-۷)	نیاز به انرژی (جدول ۸-۸ و ۸-۹)	هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری (جدول ۸-۱۰)	سرمایه‌گذاری اولیه (جدول ۸-۱۱)
تصفیه اولیه(فقط تصفیه اولیه)										
سپتیک تانک	ST	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
هاضم بیوگاز	BD	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
ایمهاف تانک	IMH	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲
تصفیه اولیه + ثانویه										
رآکتور بافل‌دار بی‌هوازی	ABR	۲	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
فیلتر بی‌هوازی	ANF	۲	۱	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۲
برکه تثبیت فاضلاب	WSP	۲	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۲
لاگون هوادهی	AL	۲	۱	۱	۱	۱	۳	۲	۲	۲
وتلند ساخته شده تک مرحله‌ای	CW (1-st)	۳	۲	۱	۳	۳	۱	۲	۳	۱
وتلند ساخته شده هیبریدی	CW (Hybrid)	۳	۳	۱	۳	۳	۲	۳	۳	۱
رآکتور بستر بی‌هوازی لجن با جریان رو به بالا	UASB	۲	۱	۲	۱	۳	۲	۳	۲	۲
هوادهی گسترده (نوع لجن فعال)	EA	۳	۳	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱
هوادهی گسترده (نوع SBR)	SBR (EA)	۳	۳	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱
صافی چکنده	TF	۳	۲	۳	۲	۲	۱	۲	۲	۱
تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان	RBC	۳	۲	۳	۲	۲	۱	۲	۲	۱
UASB-WSP	UASB-WSP	۳	۱	۱	۱	۳	۲	۳	۲	۱
UASB-TF	UASB-TF	۳	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۲	۱
تصفیه اولیه + ثانویه										
گندزدایی با UV	UV	-	-	۳	۱	۱	-	۳	۳	۳
گندزدایی با کلر	Cl	-	-	۳	۱	۲	-	۳	۳	۳
برکه تکمیلی	PP	-	-	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳
فیلتر سنگی	RF	-	-	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳
فیلتر دیسکی چرخان	RDF	-	-	۳	۱	۱	۱	۳	۳	۳

۳: بیش‌ترین امتیاز / ۲: امتیاز متوسط / ۱: کم‌ترین امتیاز

omoorepeyman.ir

فصل ۹

انتخاب روش دفع پساب در سامانه‌های تصفیه در محل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۹-۱- کلیات

کارایی مناسب سامانه‌های غیرمتمرکز تصفیه و دفع فاضلاب به عواملی از جمله کیفیت پساب، میزان جریان، روش تخلیه، نفوذپذیری خاک(جریان هوا برای عملکرد هوازی میکروارگانیسم‌ها) و دما وابسته است. در شرایطی که از سامانه‌های خاکی برای دفع پساب بهره‌گیری می‌شود موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند و حتی‌المقدور باید به صورت محافظه‌کارانه انتخاب گردند:

۱- سطوح نفوذپذیر مورد استفاده در طراحی محل دفع: سطوح نفوذپذیر در ترانشه‌های محل دفع، دیواره‌ها و کف هستند که با توجه به تشکیل لایه زنده در آن‌ها، سطح آن‌ها برای نفوذپذیری مورد توجه قرار می‌گیرد.

۲- میزان بارگذاری: این پارامتر هم براساس نتایج آزمون تراوش و هم براساس مشخصه‌های خاک تعیین می‌شود.

۳- جانمایی و تعیین اندازه محل: در تعیین محل جهت آب زیرزمینی و دارا بودن خاک مناسب دارای اهمیت می‌باشد.

۴- استفاده از پمپ و سامانه‌های تحت فشار برای توزیع جریان در محل‌های دفع: در شرایطی که برای بهینه‌تر کردن عملکرد سامانه از پمپ برای توزیع پساب استفاده می‌شود، لازم است در انتخاب و طراحی لوله‌های انتقال و توزیع کننده پساب دقت شود.

در این سامانه‌ها به خصوص سپتیک تانک و مخزن ایمهاف، از روش‌های جذب زیر سطحی خاک(سامانه دفع زمینی) برای دفع پساب بهره‌گیری می‌شود. این روش‌ها عبارت‌اند از:

- دفع در زمین
- بسترهای دفع یا گودال‌ها
- فیلترهای ماسه‌ای متناوب
- فیلترهای ماسه‌ای بازچرخان
- فیلترهای شنی
- سامانه‌های کم‌عمق ماسه‌ای همراه با فشار
- سامانه پشته‌ای

۹-۲- دفع در زمین - دفع در ترانشه

این روش شامل مجموعه‌ای از ترانشه‌های باریک با عمق نسبتاً کم(۰/۶ تا ۱/۵ متر) می‌باشد که با لایه‌ای متخلخل که عموماً از جنس شن است، پر شده است. در این روند، پساب بعد از تصفیه مقدماتی روی سطح محل دفع تخلیه می‌شود و در ادامه از میان دیواره‌های جانبی ترانشه به داخل خاک نشت می‌کند. پساب تحت اثر نیروی جاذبه بر روی سطح خاک و در منافذ آن نفوذ می‌کند که با این روش تا قبل از رسیدن به آب‌های زیرزمینی، تصفیه نسبی روی آن انجام می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

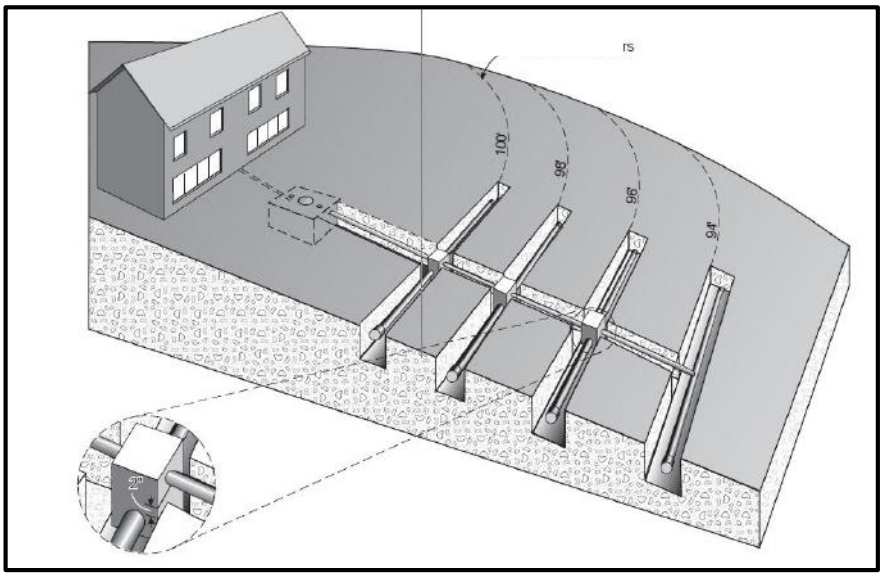
نحوه توزیع جریان پساب خروجی از واحدهایی مانند سپتیک تانک و مخزن ایمهاف روی بسترهای متخلخل به ۲ صورت ثقلی تناوبی و تزریق تناوبی می‌باشد. در صورت بهره‌برداری از این روش در شرایط غرقابی پیوسته، این سامانه به صورت یک فیلتر بی‌هوازی م ستغرق و در شرایط بهره‌برداری به صورت تناوبی، م شابه یک فیلتر چکنده عمل می‌کند. میزان مساحت موردنیاز در این روش به دو عامل میزان پساب ورودی و میزان نرخ بارگذاری خاک بستگی دارد.

در روش ثقلی به علت بار آلی و جامدات نسبتاً زیاد، شرایط معمولاً بی‌هوازی است. اما در روش تزریق محیط محل دفع هوازی می‌باشد. تحت شرایط هوازی، تصفیه بیولوژیکی پساب سریع‌تر از شرایط بی‌هوازی صورت می‌گیرد.

لازم به ذکر است بررسی مشخصات خاک(حداقل تا فاصله ۱/۸ متری از سطح) به خصوص میزان نفوذپذیری خاک به منظور اطمینان از مناسب بودن منطقه و تعیین میزان بارگذاری به گونه‌ای که فضای کافی برای جذب در دسترس باشد توصیه می‌شود. همچنین در محل‌هایی با میزان تبخیر زیاد، می‌توان سطح جذب را کاهش داد.

نوع دیگری از سامانه‌های دفع ترانشه‌ای، سامانه‌های پلکانی هستند که به خصوص در زمین‌های شیب‌دار قابلیت اجرا دارند. (شیب بیش‌تر از ۱/۵ درصد)

تراز شه‌هایی که برای فرایند جذب به کار می‌روند باید ستی حداقل دارای ۱/۸ متر خاک د ست نخورده با شند. حداقل فاصله برای عرض ترانشه‌ها در این روش از ۴۵ سانتی‌متر تا ۹۰ سانتی‌متر متفاوت می‌باشد.



شکل ۹-۱- نمای شماتیک سامانه‌های دفع پلکانی

۹-۳- بسترهای دفع یا گودال‌ها

استفاده از این روش در محل‌هایی که سطح آب‌های زیرزمینی پایین می‌باشد، امکان‌پذیر است. علاوه بر مناطق با سطح آب زیرزمینی بالا، زمین‌های دارای خاک با نفوذپذیری کم نیز برای احداث این سامانه مناسب نمی‌باشد. مشابه روش دفع در زمین بررسی مشخصات خاک(حداقل تا فاصله ۱/۸ متری از سطح) به خصوص میزان نفوذپذیری خاک به منظور

omoorepeyman.ir

اطمینان از مناسب بودن منطقه و تعیین میزان بارگذاری به گونه‌ای که فضای کافی برای جذب در دسترس باشد ضروری می‌باشد.

۹-۴- فیلترهای ماسه‌ای متناوب – نوبه‌ای[۱]

در مناطق با عمق محدود خاک، میزان نفوذ خیلی کم یا خیلی زیاد، سطح بالای آب زیرزمینی، شیب‌های تند و محدودیت در سطح که امکان استفاده از محل‌های دفع مرسوم وجود نداشته باشد، از سامانه‌های فیلتر ماسه‌ای متناوب می‌توان بهره گرفت. فیلترهای ماسه‌ای متناوب، بسترهای ماسه‌ای با عمق ۶۰ تا ۷۵ سانتی‌متر می‌باشند که دارای یک سامانه توزیع سطحی و یک سامانه زهکش می‌باشد. در این روش پساب فقط یک بار از فیلتر عبور داده می‌شود و برگشت پسابی انجام نمی‌شود و خروجی به طور کامل دفع می‌گردد. در برخی شرایط، قبل از تخلیه پساب عبور داده شده از روی فیلتر، گندزدایی روی آن انجام می‌شود. این سامانه اغلب برای فراهم کردن تصفیه تکمیلی به دنبال لاگون‌ها یا سپتیک تانک‌ها آورده می‌شوند.

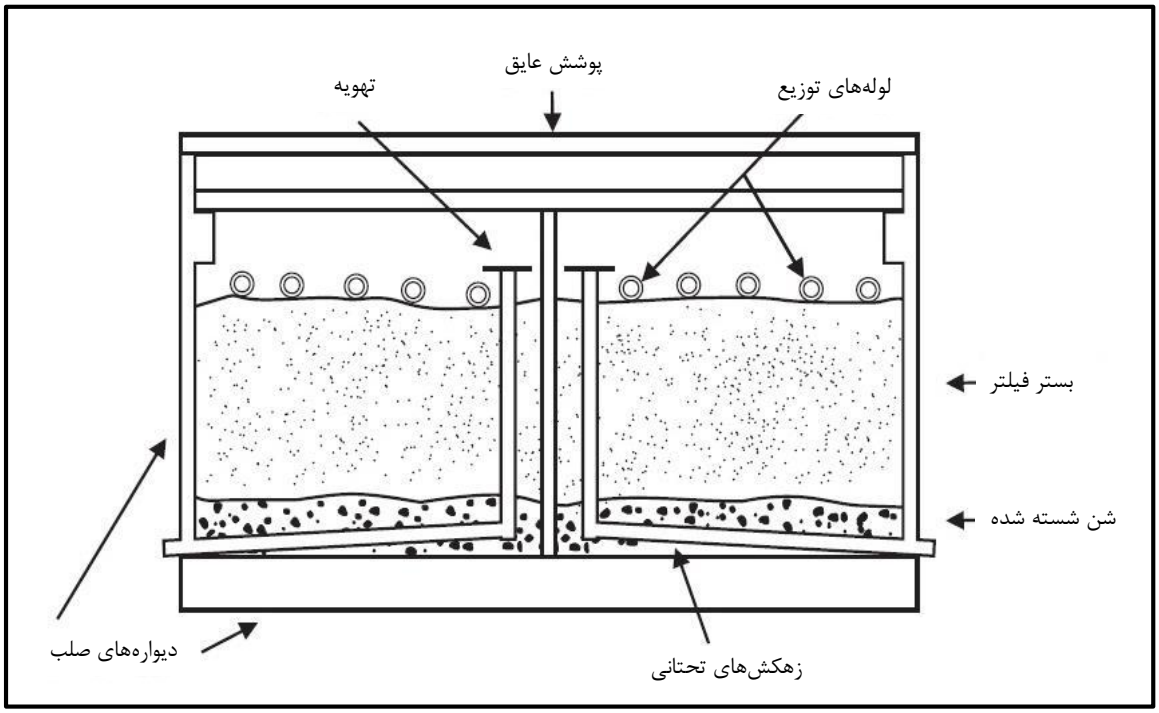
این فیلترها از ۲ نوع فرایند تشکیل شده‌اند: یکبار عبور(که در آن فاضلاب فقط برای یکبار از روی فیلتر عبور داده می‌شود) و بازگردانی یا بازچرخش(که در آن فاضلاب برای چندین مرتبه از روی فیلتر عبور داده می‌شود)

اساساً، فیلتر ماسه‌ای متناوب روباز از یک بستر ماسه‌ای که معمولاً ۹ تا ۱۱ متر ضخامت دارد و روی لایه‌ای از شن که سامانه‌های زهکش در آن تعبیه شده، قرار گرفته است. کف فیلتر(که معمولاً خاکی می‌باشد) دانه‌بندی شده است و برای فراهم شدن زهکشی مناسب، شیب‌بندی نیز شده است. دیواره‌های کناری تقریباً تا ۰/۵ متر بالاتر از سطح فیلتر می‌باشند. سطح بستر معمولاً به ۲ یا تعداد بیش‌تری فیلتر تقسیم می‌گردد. هر یک از این فیلترهای کوچک‌تر به تنهایی در یک چرخه توالی استفاده می‌شود. این کار باعث می‌شود بعد از هر چرخه زهکشی کامل در فیلتر رخ دهد و شرایط هوازی لازم در آن تداوم داشته باشد.

فیلترهای ماسه‌ای به سادگی و بر اثر بارگذاری هیدرولیکی بیش از حد دچار به هم خوردگی می‌شوند. آب و هوای سرد روی عملکرد این فیلترها تأثیر منفی می‌گذارند. برخی اوقات پوشش‌های قابل جابه‌جایی برای جلوگیری از یخزدگی روی آن‌ها کشیده می‌شود. میزان نیاز این فیلترها به زمین در حد متوسط است، به طوری که از تصفیه با استفاده از زمین فضای کم‌تری را اشغال می‌کنند، اما نسبت به تصفیه‌خانه‌های مکانیکی زمین بیش‌تری نیاز دارند.

omoorepeyman.ir

۱- Intermittent Sand Filters



شکل ۹-۲- نمای شماتیک فیلتر ماسه‌ای متناوب – نوبه‌ای

عملکرد تناوبی و هواگیری زهکش‌ها در این سامانه باعث می شود شرایط هوازی در آن حفظ و راندمان حذف کاهش پیدا نکند. مهم‌ترین مشکل در بهره‌برداری و نگهداری از این سامانه گرفتگی آن‌ها به دلایل بارگذاری بالای مواد آلی، کمبود اکسیژن محلول، عدم بارگذاری مناسب هیدرولیکی و دمای کم محیط می‌باشد.

فیلترهای ماسه‌ای متناوب به دلیل هزینه‌های پایین و حداقل الزامات بهره‌برداری برای جوامع کوچک و روستایی منا سب و قابل کاربرد ا ست. عمده هزینه‌های مربوط به این سامانه‌ها مربوط به بتن، ما سه، شن، سامانه توزیع و پمپ‌ها می‌باشد. همچنین به این هزینه‌ها، هزینه مربوط به تملک زمین، خدمات مهندسی، هزینه‌های قانونی و سرمایه‌گذاری، پیش‌تصفیه و گندزدایی نیز باید اضافه شود. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شامل نیروی کار، تأسیسات، مواد مصرفی در موضوع نگهداری و تهیه مواد شیمیایی مربوط می‌باشد.

۹-۵- فیلترهای ماسه‌ای بازچرخان[۱]

فیلترهای ما سه‌ای بازچرخان نسخه ا صلاح شده فیلترهای ما سه‌ای باز می‌با شند. این فیلترها به منظور کاهش بوی متصاعد شده از فیلترهای باز طراحی شدند. بوهای سمی از طریق بازچرخش تقلیل می‌یابند. زیرا بازچرخش میزان اک سیژن موجود در فا ضلاب خروجی که بر روی بستر ما سه‌ای پخش می شود را افزایش می دهد. فیلترهای ما سه‌ای بازچرخان اغلب زمانی که شرایط خاک برای روش‌های متعارف تصفیه و یا دفع فاضلاب مساعد نیست و یا خاک کم عمق و

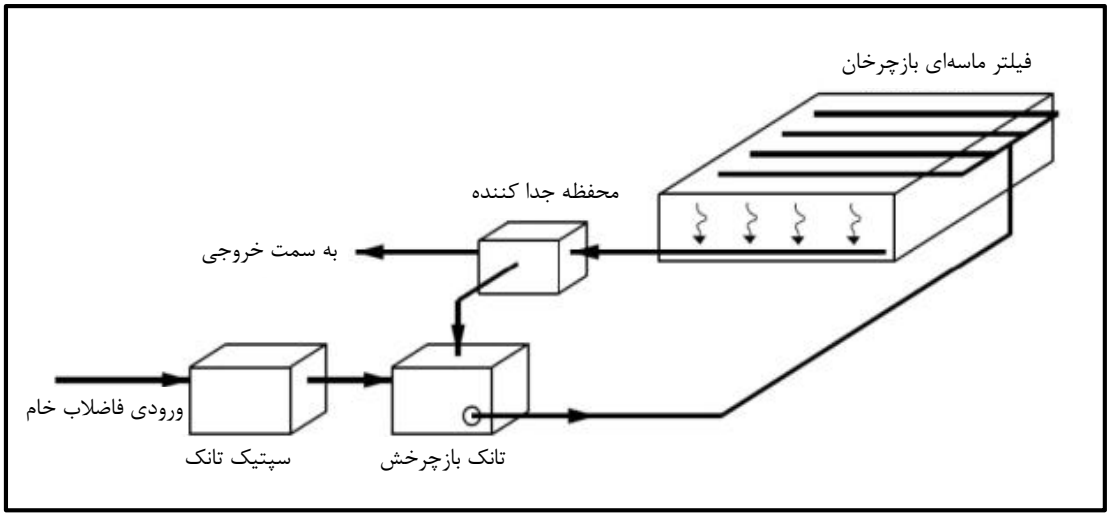
۱- Recirculating Sand Filters (RSF)

omoorepeyman.ir

نفوذپذیر است به کار می‌رود. فیلترهای ماسه‌ای می‌توانند در مکان‌هایی که دارای پوشش نازک خاک، نفوذپذیری ناکافی، سطح بالای آب زیرزمینی و زمین محدود می‌باشند، مورد استفاده قرار گیرند.

فیلترهای ماسه‌ای متناوب بازچرخان از یک تانک بازچرخش بهره‌گیری می‌کند که در آن اکثر پساب خارج شده از فیلتر برای اختلاط با فاضلاب پیش‌تصفیه شده مجدداً منتقل می شود تا دوباره از فیلتر عبور کند. در این حالت جریان فاضلاب با اختلاط با پساب خروجی از فیلتر رقیق می شود که این کار هم عملکرد فیلتر را بهتر و هم احتمال انسداد آن را کاهش می‌دهد.

تجربیات موجود از کاربرد این روش نشان داده است که این روش، سامانه‌ای با نیاز اندک به نگهداری و یک فناوری تقریباً بدون مشکل برای جوامع کوچک و روستایی می‌باشد.



شکل ۹-۳- شمای فیلترماسه‌ای متوالی با بازچرخش

۹-۶- فیلترهای شنی

این فیلترها همانند فیلترهای ماسه‌ای هستند. با این تفاوت که اولاً اندازه مؤثر ذرات در بستر فیلتر بزرگ‌تر است ودوماً میزان بارگذاری براساس میزان خروجی، از میزان بارگذاری در فیلتر ماسه‌ای بیش‌تر است. از آنجایی‌که میزان بارگذاری هیدرولیکی در این فیلترها بیش‌تر، اندازه ذرات بستر بزرگ‌تر و کاربرد آن‌ها برای دبی های نسبتاً زیاد می‌باشد، راندمان کم‌تری نسبت به فیلتر ماسه‌ای دارد. این فیلترها همانند فیلترهای ماسه‌ای، از نوع متناوب یا بازچرخان هستند و مشابه فیلترهای ماسه‌ای هنگامی که شرایط ناحیه زهکش مناسب نیست از این فیلترها می‌توان بهره گرفت.

۹-۷- سامانه کم عمق ماسه‌ای توأم با فشار

در زمین‌های با سطح آب زیرزمینی بالا، ممکن است لایه زیرین برای دفع متعارف مناسب نباشد که در این شرایط از سامانه دفع کم‌عمق ماسه‌ای همراه با فشار استفاده می‌شود. این سامانه‌ها از لحاظ بهره‌برداری و نگهداری مانند فیلترهای ماسه‌ای متناوب می‌باشند. به علت استفاده از ماسه، کیفیت پساب خروجی از این سامانه، نسبتاً دارای کیفیت قابل قبول

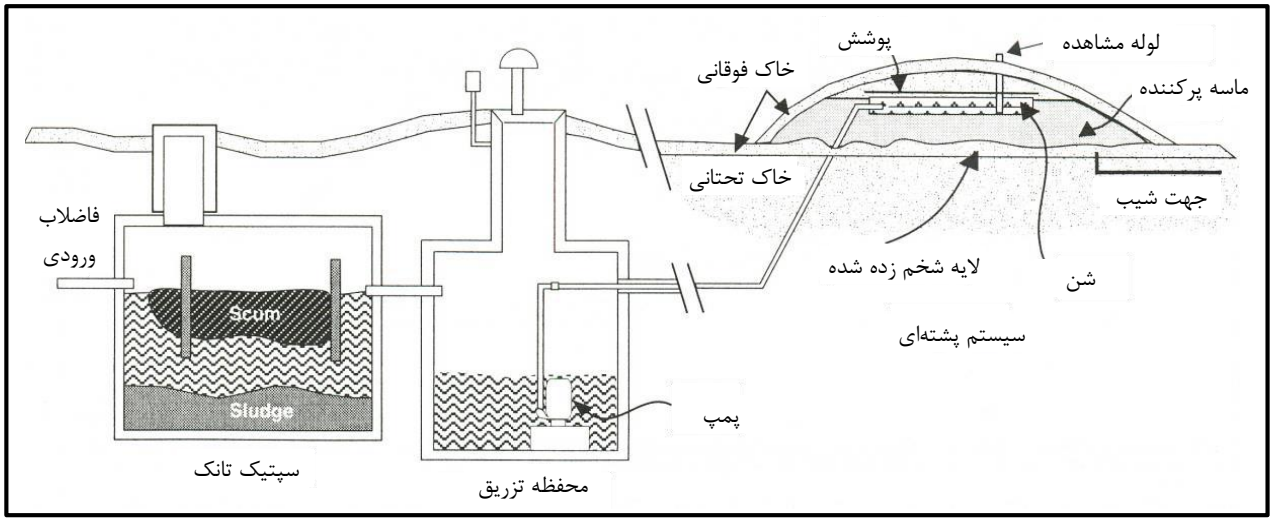
omoorepeyman.ir

و مناسبی است. استفاده از فشار که سبب توزیع پساب برروی ماسه درون ترانشه می شود، در کارایی این سامانه نقش دارد.

۹-۸- سامانه پشته‌ای

در مناطق با ســـطح آب زیرزمینی بالا، نفوذپذیری کم یا نفوذپذیری خیلی زیاد خاک، عمق کم لایه خاک، وجود لایه متخلخل زیر سطحی خاک و شیب کم‌تر از ۱۲٪ می‌توان از سامانه‌های پشته‌ای برای دفع پساب بهره گرفت. استفاده از این روش برای خاک‌های با نفوذپذیری کم به دلیل عدم امکان جمع‌آوری و انتقال پساب از زیر پشته کارایی لازم را ندارد.

این روش یک فیلتر ماسه‌ای متناوب است که در بالای سطح زمین احداث و با خاک پوشانده می شود. پساب به یک سامانه توزیع تحت فشار، تزریق شده و ضمن عبور از بستر قبل از رسیدن به سطح طبیعی زمین تصفیه می‌شود. به دلیل میزان خرابی بالای این سامانه‌ها، سامانه دفع کم عمق ماسه‌ای توأم با فشار نسبت به این سامانه ارجحیت دارد.



شکل ۹-۴- سامانه تصفیه فاضلاب به روش پشته‌ای

omoorepeyman.ir

فصل ۱۰

تصفیه لجن سامانه‌های فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱۰-۱- کلیات

در مدیریت فاضلاب به خصوص در جوامع کوچک و روستایی، لجن و مواد باقیمانده تولید شده باید مورد توجه قرار گیرد. دلایلی که باعث می‌شوند کنترل و تصفیه لجن در جوامع کوچک و روستایی صورت گیرد عبارتند از:

- لجن حاوی میکروارگانیسم‌های زیادی است که ممکن است بیماری‌زا باشند.
- لجن از موادی تشکیل یافته است که ممکن است مشکل بو ایجاد نمایند.
- لجن حاوی مواد آلی فراوان است که تجزیه آن‌ها می‌توانند مشکلاتی را به وجود آورد.
- تنها بخش کوچکی از لجن مواد جامد است و بخش عمده آن آب است.
- در کاربرد لجن برای مصارف کشاورزی، وجود فلزات سنگین می‌تواند میزان استفاده از لجن و عمر مفید زمین را محدود کند.

از آنجایی‌که لجن حاوی ترکیبات و آلاینده‌ها به ویژه در غلظت‌های بالا می‌باشد، از این‌رو برای دفع لجن و یا استفاده مجدد از آن باید اقدامات خاص برای کاهش خطرات بهداشتی و زیست محیطی آن انجام گیرد. مراحلی که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- تعیین اهداف برای مدیریت لجن: عمدتاً هدف اصلی حفظ محیط‌زیست و کاهش خطرات بهداشتی ناشی از آن می‌باشد که باید هم در دفع و هم در استفاده مجدد از لجن لحاظ شوند.
- کمیت لجن تولیدی: حجم لجن تولیدی در یک سامانه به نوع فرایند مورد استفاده و راندمان آن وابسته می‌باشد. این عامل همچنین عاملی است که در انتخاب نوع فرایند تصفیه نیز مؤثر می‌باشد. در جوامع کوچک و روستایی عمدتاً سامانه‌هایی که حجم لجن تولیدی آن‌ها پایین و دوره تخلیه آن‌ها طولانی‌تر است(مانند سپتیک تانک، ایمهاف تانک، برکه‌های تثبیت)، ارجحیت دارند.
- مشخصات کیفی لجن: مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک لجن تولید شده، پتانسیل خطرزایی و تصفیه لازم برای آن را منعکس می‌نماید. علاوه بر این، لجن دارای درصد زیادی آب می‌باشد که اقدامات لازم برای کاهش آب لجن باید صورت گیرد.
- ملاحظات و الزامات زیست محیطی، بهداشتی، قانونی و استانداردها: درجه تصفیه لازم برای لجن متناسب با استانداردها و الزامات موجود باید تعیین گردد.
- استفاده مجدد از لجن: لجن حاصل از فاضلاب دارای مواد مغذی و مفید و دارای فواید زیاد در کاربرد در کشاورزی و حاصلخیزی خاک می‌باشد. بنابراین حتی‌الامکان استفاده مجدد از آن باید مدنظر قرار گیرد.
- انتخاب فرایند: انتخاب روش تصفیه با توجه به کمیت و کیفیت لجن، طول دوره دفعی از سامانه، روش دفع نهایی، استفاده مجدد از لجن، درجه تصفیه لازم، نیاز به انرژی، زمین در دسترس، نیاز به پرسنل متخصص و مشارکت عمومی انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱۰-۲- مشخصات لجن ناشی از فاضلاب در مناطق روستایی

سامانه‌های مورد استفاده در جوامع کوچک شامل سامانه‌های تصفیه در محل و سامانه‌های متمرکز می‌باشند که بالتبع، شرایط و خصوصیات متفاوتی می‌تواند داشته باشد. اجزایی از لجن که دارای اهمیت بیش‌تری می‌باشند مواد آلی و مغذی، عوامل بیماری‌زا، فلزات و مواد سمی است.

جدول ۱۰-۱- مشخصات انواع مختلف لجن

مواد جامد یا لجن	توصیف
لجن اولیه	معمولاً به رنگ خاکستری و لزج است. بوی ناخوشایندی دارد. در هاضم به راحتی قابل هضم است.
لجن فعال	ظاهر قهوه‌ای رنگ و لخته‌ای دارد. روشنی بیش از حد معمول آن ممکن است به علت هوادهی از زیر و رسوب‌گذاری آرام مواد جامد باشد. لجن فعال اغلب به سرعت سپتیک می شود و بوی گندیدگی پیدا می‌کند. در حالت اختلاط با لجن اولیه و یا به تنهایی به سرعت هضم می‌شود.
لجن سپتیک و لجن ایمهاف تانک	رنگ لجن‌های این ۲ سامانه سیاه رنگ است. به دلیل وجود سولفید هیدروژن و سایر گازها بوی ناخوشایندی دارد مگر اینکه به خوبی هضم شده باشد. این لجن را می‌توان با پخش کردن به صورت لایه‌های نازک بر روی بسترهای متخلخل خشک کرد. در صورت عدم هضم کافی در صورت پخش کردن روی بسترها بوی ناخوشایندی تولید می‌شود.
لجن هضم شده (بی‌هوازی)	رنگ لجن قهوه‌ای تیره و سیاه و گاز زیادی از آن متصاعد می شود که در صورت هضم کافی و مناسب، بو ندارد. همچنین در صورت پخش به صورت لایه‌های نازک بر روی بسترهای متخلخل، گازهای موجود در آن، مواد جامد را به سطح می کشند و یک لایه نسبتاً زلال آب بر جای می‌گذارند. این آب زلال به سرعت تخلیه می شود و امکان تهنشینی آرام مواد جامد را بر روی بستر فراهم می‌آورند. هم‌زمان با خشک شدن لجن، گازهایی از آن خارج و سطحی کاملاً ترک خورده را با بویی شبیه بوی باغچه برجای می‌گذارند.
لجن کود شده	این لجن دارای رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه است. در صورت استفاده از کود بازیافتی یا چوب رنگ آن می‌تواند متفاوت باشد. در صورت تجمع به صورت مناسب، بوی ناخوشایند ندارد.

۱۰-۳- انتخاب مناسب‌ترین روش تصفیه، عملیات تصفیه و دفع لجن

همان‌گونه که در بخش ۶-۵ اشاره شد، در جدول (۱۰-۱) روش‌های تصفیه لجن و زنجیره فرایندی برای این منظور ارائه شده است.

رایج‌ترین الگو برای تصفیه فاضلاب، در برگیرنده هم تصفیه اولیه و هم تصفیه ثانویه می‌باشد. در جدول مربوطه روش‌هایی که پتانسیل این را دارند که در ترکیب با روش‌های اصلی انتخابی در زنجیره فرایندی قرار گیرند، بیان شده‌اند. در روند تصفیه لجن، متداول‌ترین الگو تغلیظ و آبگیری می‌باشد که هر دوی آن‌ها در جهت کاهش محتویات آب موجود در لجن به کار گرفته می شوند و از این‌رو کاهنده حجم لجن می‌باشند. تغلیظ اولین مرحله از این روند است که عمدتاً به صورت ثقلی انجام می شود. به دلیل اینکه این فرایند عموماً هزینه‌های بسیار بالایی را به همراه ندارد، در جوامع کوچک تلغیظ لجن باید انجام گیرد. مرحله دوم کاهش میزان آب موجود در لجن، آبگیری می‌باشد که بسترهای لجن خشک‌کن از نمونه‌های متعارف آن می‌باشد. البته در کنار این روش، تکنیک‌های مکانیکی آبگیری لجن نیز در دسترس می‌باشند که هزینه‌های بالایی دارند. اگر در طول فرایند تصفیه، لجن به خوبی تثبیت نشده باشد، مشکلات بو را به دنبال دارد که در

omoorepeyman.ir

این شرایط لازم ا ست مرحله تثبیت لجن نیز صورت پذیرد. ها ضم‌های بی‌هوازی و تثبیت‌کننده‌های هوازی معمول‌ترین آن‌ها می‌باشند که ارگانیسم‌های بیماری‌زا را در لجن کاهش و مانع از جذب حشرات و جوندگان به لجن می‌شوند.

در جوامع کوچک و روستایی و به خصوص در شرایطی که امکانات محدودی به این منظور در دسترس باشد، متداول‌ترین روش مدیریت لجن، پخش لجن تصفیه شده روی زمین برای بهبود شرایط خاک یا دفن آن‌ها به همراه زباله در محل‌های جمع‌آوری زباله می‌باشد.

روند تصفیه و دفع لجن در جوامع کوچک و روستایی شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱- عملیات اولیه: شامل خرد کردن، مخلوط کردن و ذخیره‌سازی لجن است که هر کدام از این عملیات با توجه به نوع سامانه و عملیات بعدی که قرار است روی لجن انجام گیرد متفاوت است. در جوامع روستایی، مخلوط کردن لجن‌های تولیدی و ذخیره‌سازی آن‌ها از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.

۲- در سیستم‌های تصفیه در محل، عمدتاً لجن داخل سامانه ته‌نشین و هضم می شود و حجم منا سب برای این منظور در طراحی آن‌ها لحاظ شده است.

۳- در سایر سامانه‌ها که لازم است لجن در خارج از آن‌ها مورد تصفیه قرار گیرد، لازم است ملاحظاتی در نظر گرفته شود که مهم‌ترین آن اختلاط و ذخیره‌سازی لجن است. در این موارد در نظر گرفتن مخزنی که گنجایش ذخیره سازی لجن برای مدت چند روز را دا شته با شد ضروری ا ست. باید به این نکته توجه شود که اگر لجن بیش از ۲ تا ۳ روز در مخزن انباشته شود، رو به سپتیک شدن خواهد رفت و آبگیری آن مشکل خواهد شد که برای پیشگیری از این حالت می‌توان از آهک استفاده نمود.

۴- تغلیظ لجن: هدف از این مرحله کاهش حجم لجن برای مراحل بعدی می‌باشد. روش‌های مورد استفاده برای تغلیظ لجن روش ثقلی، شناورسازی با هوا و گریز از مرکز می‌باشند. از جنبه فنی و اقتصادی روش ثقلی گزینه مناسبی برای جوامع کوچک و روستایی می‌باشد. در روش تغلیظ ثقلی، تغلیظ لجن در یک مخزن که شبیه مخزن ته‌نشینی معمولی دایره‌ای است انجام می‌شود. لجن به مرکز این تانک وارد و به مرور لجن ته‌نشین و غلیظ می شود، در ادامه لجن غلیظ شده از کف مخزن تخلیه می شود. در این تانک ابزاری برای اختلاط لجن را به آرامی به هم می‌زند که این کار مسیرهایی را برای فرار آب باز می‌کنند که بر اثر این روند، تغلیظ تسریع خواهد شد.

۵- تثبیت لجن: هدف از این مرحله کاهش عوامل بیماری‌زا، حذف بو و تجزیه مواد آلی می‌باشد که میزان موفقیت به اثربخشی عملیات بر بخش فرار یا آلی لجن وابسته است. در جوامع کوچک و روستایی از روش‌های تثبیت با آهک، هضم بی‌هوازی لجن و فرایند کودسازی برای تثبیت لجن به این منظور بهره‌گیری می شود. در تثبیت با آهک، با افزایش pH محیط، امکان بقای میکروارگانیسم‌ها گرفته می‌شود. در هضم بی‌هوازی که فرایندی با قابلیت بازیافت انرژی می‌باشد، قسمت فرار جامدات موجود در لجن توسط باکتری‌های بی‌هوازی تجزیه و

omoorepeyman.ir

تثبیت می‌گردد و در ادامه گازهای متان و دی اکسیدکربن تولید می شود. در فرایند کود سازی نیز مواد آلی با تجزیه بیولوژیکی به یک محصول نهایی پایدار تبدیل می‌شوند.

۶- گندزدایی لجن: به دلیل توجه به بهدا شت و سلامت عمومی و محیط‌زیست لازم ا ست در صورت ا ستفاده از لجن در زمین، تماس با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا کنترل شود. در مورد لجن این روند با روش‌هایی از جمله فرایندهای گرمایی، افزایش pH مانند ا ضافه نمودن آهک، انبا شت درازمدت لجن ه ضم شده مایع، کود سازی مایع در دمای بالا، افزودن کلر و سایر مواد شیمیایی صورت می‌گیرد.

۷- در مورد جوامع کوچک و روستایی، نگهداری لجن برای درازمدت می‌تواند روش مناسبی باشد. در این روند معمولاً لجن هضم شده مایع در تالاب‌های خاکی نگهداری می‌شود که از این‌رو برای این کار نیاز به زمین جداگانه‌ای می‌باشد.

۸- آبگیری لجن: این روند با هدف کاهش مقدار رطوبت به منظور کاهش هزینه حمل لجن به محل دفع نهایی، سهولت کار با لجن آبگیری شده در مقایسه با لجن تغلیظ شده یا مایع، کاهش نیاز به انرژی برای سوزاندن لجن در روش سوزاندن، کاهش مواد حجیم ساز در فرایند کود سازی، گاهاً برای حذف بوی لجن و کاهش مواد تراوشی در روش دفن در زمین انجام می‌گیرد. به طور کلی از روش‌های مختلفی مانند روش‌های ساده و مکانیکی برای این منظور ا ستفاده می شود. ا ستفاده از روش‌های مکانیکی مانند د ستگاه‌های گریز از مرکز و یا فیلترهای فشاری برای جوامع کوچک و روستایی توصیه نمی‌شود.

۹- مناسب‌ترین روش برای آبگیری لجن برای جوامع کوچک استفاده از بسترهای لجن خشک‌کن می‌باشد.

۱۰- دفع لجن: روش انتخابی برای دفع، به م شخ صات فیزیکی لجن(لجن مایع یا آبگیری شده)، توپوگرافی محل و نوع گیاه(نوع کاربری برای مصارف کشاورزی و باغی) بستگی دارد. در جوامع کوچک و روستایی کاربرد لجن در زمین منا سب‌ترین روش برای دفع لجن می‌با شد که طی آن لجن بر روی خاک سطحی و یا در ست در زیر آن پخش می‌شود.

omoorepeyman.ir

فصل ۱۱

استفاده مجدد از پساب و لجن تصفیه‌شده فاضلاب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱۱-۱- کلیات

علاوه بر حفظ محیط‌زیست و ارتقای سطح بهداشت عمومی، استفاده مجدد از پساب، از جمله اهداف مهم در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی می‌باشد که با توجه به روش‌های مختلف استفاده مجدد از پساب و احتمال تماس آن با انسان، کیفیت متفاوتی از پساب موردنیاز خواهد بود.

با توجه به اینکه در مناطق روستایی کشور اغلب کشاورزی، باغداری و دامپروری رایج می‌باشد، پتانسیل استفاده از پساب تصفیه شده و حتی لجن تصفیه شده برای این موارد بیش‌تر است. از سوی دیگر از آنجایی‌که اغلب مناطق کشور با مشکل کم آبی روبرو می‌باشند، استفاده مجدد از پساب تصفیه شده به خصوص در مناطق با تنش آبی بالا ضرورت دارد. علاوه بر مصارف کشاورزی، دامپروری و باغداری، تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، مصارف صنعتی، تفریحی و استفاده مجدد جهت پرورش آبزیان و پرورش حیوانات از دیگر موارد مصرف پساب تصفیه شده می‌باشد.

۱۱-۲- مصارف مختلف استفاده از پساب در جوامع کوچک

روش‌های استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده عبارتند از:

- جهت مصارف کشاورزی و آبیاری
- تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی
- پرورش آبزیان
- سایر مصارف(مصارف صنعتی، مصارف تفریحی)

مزایا و محدودیت‌های استفاده مجدد از پساب تصفیه شده برای هر یک از این اهداف در جدول (۱۱-۱) ارائه شده است.

جدول ۱۱-۱- مزایا و معایب استفاده مجدد از پساب برای مصارف مختلف

روش	مزایا	معایب و محدودیت‌ها	ملاحظات
مصارف آبیاری و کشاورزی	- افزایش منابع آب در دسترس - استفاده از آب‌های با کیفیت بهتر برای سایر مصارف اولویت‌دار - جلوگیری از مخاطرات بهداشتی - دسترسی به منبع تأمین آب دائمی	- بروز مخاطرات در صورت عدم تصفیه مناسب و صحیح - امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی - انسداد سامانه‌های آبیاری به علت وجود جامدات در پساب - آسیب به گیاهان در صورت وجود برخی ترکیبات خاص در پساب - نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه	- تعیین آب موردنیاز گیاهان - کیفیت شیمیایی پساب برای آبیاری - تجمع نمک‌ها در خاک - انتقال عوامل بیماری‌زا - بار آلی خاک - انتقال مواد مضر به زنجیره غذایی - خصوصیات خاک
تغذیه آب‌های زیرزمینی	- جلوگیری از ورود آب‌های شور و لب شور به آبخوان‌های آب شیرین - تقویت طبقات آبده - پیشگیری از نشست زمین	- امکان تغییر کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی	- پاتوژن‌ها - مواد معدنی - فلزات سنگین - ترکیبات آلی پایدار
پرورش آبزیان	- توسعه در مناطق مختلف - دسترسی به منبع دائمی تأمین آب	- انتقال مواد مضر به زنجیره غذایی	

omoorepeyman.ir

اصولی که باید در روند استفاده مجدد از پساب تصفیه شده مورد توجه قرار گیرند شامل موارد زیر می‌شود:

- تعیین و تبیین اهداف: که شامل اهداف بهداشتی و زیست محیطی، صرفه‌جویی در مصرف آب و کود و حفظ منابع، تصفیه و دفع نهایی پساب و لجن، افزایش میزان مشارکت مردمی در طرح‌های فاضلاب می‌باشد.
- ملاحظات و الزامات بهداشتی و زیست محیطی: استفاده مجدد از پساب باید با در نظر گرفتن پیشگیری از آلودگی محیط‌زیست و جلوگیری از انتقال بیماری‌ها برنامه‌ریزی شود.
- ملاحظات فنی و اقتصادی: ملاحظات فنی و اقتصادی روش موردنظر باید متناسب با امکانات و وضعیت موجود باشد.
- انتخاب روش مناسب برای استفاده مجدد: انتخاب روش مناسب با توجه به عواملی از جمله کمیت و کیفیت پساب و لجن تولیدی، پتانسیل‌های موجود در محل برای استفاده مجدد، ملاحظات زیست محیطی و بهداشتی، ملاحظات فنی و اقتصادی و ملاحظات بهره‌برداری و نیروی انسانی باید انجام گیرد.
- طراحی و اجرای سامانه: طراحی براساس معیارهای علمی و با مورد توجه قرار دادن وضعیت و مبانی موجود صورت می‌گیرد.
- بهره‌برداری از سامانه‌های استفاده مجدد: با توجه به ماهیت این قبیل از سامانه‌ها، شرایط بهره‌برداری و نگهداری از آن‌ها نیز ممکن است متفاوت از سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب باشد. عموماً مسئولیت استفاده و همچنین نحوه استفاده از پساب و لجن بر عهده استفاده‌کننده از آن می‌باشد.

۱۱-۳- استفاده مجدد از لجن در جوامع کوچک و روستایی

۱۱-۳-۱- خصوصیات لجن

اجزای خاص لجن که برای مصرف در کشاورزی باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- مقدار مواد آلی
- مواد مغذی
- عوامل بیماری‌زا
- فلزات و مواد آلی سمی

در حالت کلی ارزش لجن به عنوان کود و عاملی برای حاصلخیز شدن زمین‌های کشاورزی و باغی در درجه اول به مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم آن وابسته است که قبل از به کارگیری آن در زمین باید مورد ارزیابی قرار گیرند.

omoorepeyman.ir

۱۱-۳-۲- استفاده از لجن خشک در کشاورزی

لجن خشک شده باعث حاصلخیز شدن خاک، نگهداری بیش‌تر رطوبت در آن و ایجاد فعالیت باکتریایی می‌شود. از نظر وجود عوامل بیماری‌زا باید به این نکته توجه شود که فقط لجن خشک شده توسط حرارت از این نظر سالم تلقی می‌شود.

۱۱-۳-۳- استفاده از لجن تر در کشاورزی

در کاربرد لجن در زمین، علاوه بر حالت خشک، از لجن تر نیز می‌توان در زمین استفاده نمود و طی این روند از لجن تصفیه شده به صورت‌های هوازی و بی‌هوازی در زمین بهره گرفت. در این حالت لجن تر به صورت پاششی روی زمین پخش می شود. به دلیل امکان وجود عوامل بیماری‌زا در لجن، در این روش حمل و پاشیدن لجن باید به درستی و دقت انجام شود. همچنین لازم است از لجن تر برای گیاهان دارای محصولات غیرخوراکی استفاده شود.

۱۱-۳-۴- استفاده از لجن تر و مواد زائد جامد

این روش را می‌توان به منظور تهیه کمپوست و یا دفن بهداشتی به کار برد. نکته مهم در مخلوط کردن این دو جزء، دستیابی به نسبت مطلوب کربن به نیتروژن و تأمین رطوبت مناسب برای کمپوست است.

۱۱-۳-۵- استفاده از لجن برای تهیه کود

این فرایند عبارت است از تجزیه مواد آلی پیچیده به همراه گیاخاک به عنوان محصول نهایی تثبیت شده و پایدار توسط میکروارگانیسم‌ها. عمدتاً عملیات کودسازی شامل مراحل مخلوط کردن لجن آبگیری شده با ماده اصلاح‌کننده یا حجیم‌ساز، هوادهی توده کود با وارد کردن هوا یا چرخش مکانیکی، بازیابی عامل حجیم‌ساز(در صورت امکان)، فراوری بیش‌تر و انباشت و در نهایت دفع می‌باشد.

۱۱-۴- روند استفاده مجدد از پساب و لجن فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی

علاوه بر حفظ محیط‌زیست و ارتقای سطح بهداشت عمومی، استفاده مجدد از پساب، از جمله اهداف مهم در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های فاضلاب در جوامع کوچک و روستایی می‌باشد. با توجه به اینکه در مناطق روستایی کشور اغلب کشاورزی، باغداری و دامپروری رایج می‌باشد، پتانسیل استفاده از پساب تصفیه شده برای این موارد بیش‌تر است. از سوی دیگر از آنجایی‌که اغلب مناطق کشور با مشکل کم آبی روبرو می‌باشند، استفاده مجدد از پساب تصفیه شده به خصوص در مناطق با تنش آبی بالا ضرورت دارد. علاوه بر مصارف کشاورزی، دامپروری و باغداری، تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، مصارف صنعتی، تفریحی و استفاده مجدد جهت پرورش آبزیان و پرورش حیوانات از دیگر موارد مصرف پساب تصفیه شده می‌باشد.

omoorepeyman.ir

اصولی که باید در روند استفاده مجدد از پساب تصفیه شده مورد توجه قرار گیرند شامل موارد زیر می‌شود:

- تعیین و تبیین اهداف: که شامل اهداف بهداشتی و زیست محیطی، صرفه‌جویی در مصرف آب و کود و حفظ منابع، تصفیه و دفع نهایی پساب و لجن، افزایش میزان مشارکت مردمی در طرح‌های فاضلاب می‌باشد.
- ملاحظات و الزامات بهداشتی و زیست محیطی: استفاده مجدد از پساب باید با در نظر گرفتن پیشگیری از آلودگی محیط‌زیست و جلوگیری از انتقال بیماری‌ها برنامه‌ریزی شود.
- ملاحظات فنی و اقتصادی: ملاحظات فنی و اقتصادی روش موردنظر باید متناسب با امکانات و وضعیت موجود باشد.
- انتخاب روش مناسب برای استفاده مجدد: انتخاب روش مناسب با توجه به عواملی از جمله کمیت و کیفیت پساب و لجن تولیدی، پتانسیل‌های موجود در محل برای استفاده مجدد، ملاحظات زیست محیطی و بهداشتی، ملاحظات فنی و اقتصادی و ملاحظات بهره‌برداری و نیروی انسانی باید انجام گیرد.
- طراحی و اجرای سامانه: طراحی براساس معیارهای علمی و با مورد توجه قرار دادن وضعیت و مبانی موجود صورت می‌گیرد.
- بهره‌برداری از سامانه‌های استفاده مجدد: با توجه به ماهیت این قبیل از سامانه‌ها، شرایط بهره‌برداری و نگهداری از آن‌ها نیز ممکن است متفاوت از سامانه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب باشد. عموماً مسئولیت استفاده و همچنین نحوه استفاده از پساب و لجن بر عهده استفاده کننده از آن می‌باشد.

۱۱-۴-۱- ارزیابی و انتخاب محل برای دفع لجن

در انتخاب و ارزیابی محل برای دفع لجن، علاوه بر نوع کاربری، روش‌های بهره‌برداری و آثار بالقوه زیست محیطی نیز باید لحاظ شود. در این روند موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- توپوگرافی: این پارامتر بر فرسایش بالقوه، جریان سطحی لجن به کار رفته و قابلیت تجهیزات در آن شرایط اثر دارد.
- خاک: به طور کلی خاک های مناسب برای این منظور دارای تراوایی نسبتاً کم، خوب یا نسبتاً خوب زهکشی شده، قلیایی و یا خنثی و دارای بافت نسبتاً ریز می‌باشند.
- عمق خاک تا سطح آب‌های زیرزمینی: هر چه فاصله سطح آب زیرزمینی تا عمق کارگذاری لجن بیش‌تر باشد، محل برای دفع مناسب‌تر است.
- نزدیکی به محل‌های حساس: محل دفع لجن باید از مناطق مسکونی، آب‌های سطحی، چاه‌های آب و جاده‌ها فاصله مناسب و کافی داشته باشد.

۱۱-۴-۲- انتخاب روش مناسب برای تصفیه و دفع لجن

انتخاب روش مناسب برای تصفیه و دفع لجن تابع ارزیابی موارد زیر می‌باشد.

omoorepeyman.ir

الف- اطلاعات لازم برای تعیین کمیت لجن

- میزان فاضلاب مورد تصفیه
- غلظت جامدات معلق، مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، جامدات موجود در لجن فاضلاب
- نوع سامانه تصفیه فاضلاب و میزان لجن تولیدی آن

ب- کمیت لجن

- کیلوگرم جرم لجن تولیدی
- حجم لجن تولیدی
- ارتباط بین وزن و حجم
- دامنه کمی لجن تولیدی

پ- اطلاعات مربوط به تعیین مشخصه‌های کیفی لجن

- کیفیت فاضلاب مورد تصفیه
- فرایندهای تصفیه
- راندمان تصفیه فاضلاب

ت- مشخصه‌های کیفی لجن

- فیزیکی و ظاهری(جامدات فرار، جرم مخصوص، بو، میزان رطوبت و ...)
- شیمیایی (جامدات آلی، نیتروژن، pH، اسیدهای آلی و ...)
- میکروبی

ث- اثرات و ملاحظات زیست محیطی و بهداشتی

- آلودگی آب، خاک و هوا
- انتقال مواد شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها
- تولید بو
- مقررات زیست محیطی

ج- تغلیظ لجن

- نیاز مخلوط کردن لجن
- دامنه تغییرات جرم و حجم لجن

omoorepeyman.ir

- کیفیت لجن
- نیاز به تغلیظ
- انتخاب روش تغلیظ

چ- تثبیت لجن

- دامنه تغییرات جرم و حجم لجن
- کیفیت لجن
- نیاز به تثبیت
- انتخاب روش مناسب
- تثبیت با آهک

ح- آبگیری از لجن

- دامنه تغییرات جرم و حجم لجن
- کیفیت لجن
- فرایندهای طی شده قبلی
- انتخاب روش مناسب
- بسترها و لاگون‌های خشک کن لجن

خ- دفع نهایی لجن

- فرایندهای طی شده قبلی
- دامنه تغییرات جرم و حجم لجن دفعی
- مشخصه‌های کیفی لجن
- ضوابط و مقررات زیست محیطی
- ارزیابی و شرایط محل دفع
- نوع لجن دفعی(مایع – آبگیری شده)
- دفع در زمین‌های کشاورزی و ...

۱۱-۴-۳- موارد قابل توجه برای استفاده مجدد از پساب و لجن

ملاحظات کلی در استفاده مجدد از پساب و لجن عبارتند از:

- ارزیابی محل

omoorepeyman.ir

- انتخاب روش استفاده مجدد
- ملاحظات تصفیه
- ملاحظات بهداشتی و زیست محیطی
- ملاحظات انسانی
- ملاحظات اقتصادی
- ملاحظات فنی و طراحی
- ملاحظات بهره‌برداری

در زمینه استفاده مجدد از پساب در آبیاری توجه به موارد زیر ضروری است:

- پتانسیل استفاده مجدد برای آبیاری
- کمیت و کیفیت پساب
- روش تصفیه به کار گرفته شده
- ملاحظات بهداشتی در زمان تماس افراد با آن
- نیازهای آبیاری با توجه به پارامترهای مختلف
- محدودیت و انتخاب محصولات و گیاهان برای آبیاری
- شرایط زمین و خاک محل
- مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک
- ملاحظات زیست محیطی
- استانداردها و الزامات موجود
- روش‌های مختلف کاربری در زمین

در زمینه استفاده مجدد برای پرورش آبزیان توجه به موارد زیر ضروری است:

- پتانسیل استفاده برای آبزیان
- ملاحظات فرهنگی و مذهبی
- کمیت و کیفیت پساب
- عملیات تصفیه صورت گرفته روی فاضلاب
- تعیین نوع آبزیان
- استانداردها و الزامات موجود
- نوع مصرف نهایی آبزیان

ملاحظات مربوط به استفاده مجدد از لجن شامل موارد زیر می‌شود:

- نوع لجن و نوع سامانه تصفیه به کار گرفته شده

omoorepeyman.ir

- دامنه تغییرات جرم و حجم لجن
- کیفیت لجن
- عملیات انجام شده بر روی لجن
- نوع لجن مورد استفاده
- استانداردها و الزامات موجود
- روش‌های کاربرد لجن در زمین
- آموزش‌های لازم به کشاورزان

omoorepeyman.ir

فصل ۱۲

آموزش عمومی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱۲-۱- کلیات

مشـــارکت و حمایت عموم جامعه در برنامه‌ریزی، طراحی، ســـاخت و بهره‌برداری و نگهداری جهت موفقیت یک برنامه مدیریت فا ضلاب در جوامع کوچک و رو ستایی ضروری می‌با شد. برگزاری گردهمایی و جل سات عمومی با ح ضور کلیه م سئولین محلی و مردم که در آن در مورد م شکلات مربوط به دفع فا ضلاب و م سائل مربوط به رفع این م شکل بحث شود، روشی مؤثر برای حمایت از برنامه‌ها می‌باشد و نتایج حاصل از آن می‌تواند در پیشبرد برنامه‌ها مفید باشد.

آموزش مالکین منازل و ســاختمان‌ها در مورد نگهداری و بهره‌برداری مناســب از اجزای ســامانه فاضــلاب به خصــوص سامانه‌های تصفیه در محل که صاحبان ساختمان‌ها مسئول انجام بخشی از فعالیت‌های مربوطه می‌باشند، در این زمینه نقش ا ساسی دارد. در زمینه پایش عملکرد سامانه نیز آموزش عمومی می‌تواند منجر به افزایش م شارکت جامعه در مورد تأثیر برنامه‌ها شود. این آموزش‌ها باعث می‌شود تا صاحبان ساختمان‌ها با مشکلات احتمالی سامانه آشنایی داشته باشند و کو شش بیش‌تری را برای انطباق سامانه خود با الزامات بهره‌برداری انجام می‌دهند. عموماً در جوامع کوچک و رو ستایی جامعه علاقه به اطلاع از موارد زیر دارد:

- هزینه اجرای سامانه(متمرکز یا غیرمتمرکز) چه میزان است؟
- آیا انجام چنین طرح‌هایی باعث توسعه منطقه خواهد شد و یا نتیجه عکس خواهد داد؟
- آیا پیاده‌سازی چنین طرح‌هایی به حفظ محیط‌زیست و منابع کمک خواهد کرد؟
- گزینه‌های امکان‌پذیر برای رسیدن به اهداف ترسیم شده، چه مواردی می‌باشند؟

علاوه بر گردهمایی‌ها و جلسات، مطالب آموزشی برای صاحبان ساختمان‌ها و دوره‌های آموزشی برای مسئولین محلی، ارزیابان محل، بازر سین و پر سنل بهره‌برداری و نگهداری می‌تواند به کاهش اثرات نا شی از سامانه‌های فا ضلاب یا کاهش نقص در ســـامانه کمک نماید. اثر مهم این امر کاهش پیامدها و مهم‌تر از همه هزینه‌ها هم برای افراد جامعه و هم تداوم برنامه‌های مدیریت فاضلاب می‌باشد.

فرصت‌های مشارکت عمومی در خلال برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌ها را می‌توان موارد زیر در نظر گرفت:

- شناسایی نیازهای اساسی جامعه
- مشارکت در کمیته‌های مختلف
- شناسایی مشاوران و متخصصان
- انتخاب مناسب‌ترین گزینه برای جمع‌آوری و یا تصفیه فاضلاب
- سرمایه‌گذاری در زمینه سامانه‌های فاضلاب
- تشخیص، شناسایی و حل موارد حقوقی و قانونی
- مشارکت در عملیات اجرایی

omoorepeyman.ir

لازمه جلب مشارکت‌ها و اطمینان عمومی، توسعه آموزش‌های همگانی و دخیل کردن طیف گسترده‌ای از افراد جامعه در آن می‌باشد. لازم به ذکر است افراد مخاطب برای برنامه‌های آموزشی می‌توانند از گروه‌های مختلفی مانند صاحبان ساختمان‌ها، مسئولین محلی، تولید و تأمین‌کنندگان، نیروهای کار و پیمانکاران در بخش‌های گوناگون باشند.

اطلاعات برنامه‌های آموزشی و توسعه عمومی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- ترویج و ارتقای حفاظت از آب و منابع آبی
- جلوگیری از تخلیه مواد زائد به خصوص مواد زائد خطرناک و سمی در محیط‌زیست و منابع آب
- مزایا و دستاوردهای اجرای برنامه‌های مدیریت فاضلاب

ابزار لازم برای پیاده‌سازی این آموزش‌ها عموماً شامل موارد زیر می‌باشد:

- ارائه برنامه‌هایی برای افزایش اطلاعات و آگاهی‌های مردم
- افزایش اطلاعات مدیران منطقه در زمینه مسایل مربوط به فاضلاب. هرچه آشنایی مدیران و مسئولان مراکز و ادارات منطقه با مبحث فاضلاب بیش‌تر باشد، موانع و محدودیت‌های کم‌تری در مسیر اجرای این طرح رخ خواهد داد.
- برگزاری جلسات، همایش‌ها و سمینارهایی با حضور اقشار مختلف در مساجد و اماکن عمومی
- رادیو و تلویزیون در جهت ارتقای سطح آگاهی شهروندان. ساخت برنامه‌های آموز شی پخش فیلم، تیزرهای تبلیغاتی و انیمیشن‌های آموزشی
- روزنامه و جراید محلی و پوستر
- برنامه‌های مدارس
- اعمال طرح‌های تشویقی از سوی شرکت آب و فاضلاب از جمله تشویق مشترکین کم مصرف آب در واگذاری انشعاب با پرداخت هزینه کم‌تر.
- فرهنگ سازی و اطلاع رسانی برای افزایش آگاهی عمومی در زمینه صنعت فاضلاب و تبعات دفع غیربهداشتی فاضلاب در منابع آبی و محیط زیست و جلب همکاری و تمایلات درونی مردم به عنوان شرط اساسی در مقبولیت پروژه‌های فاضلاب
- توزیع کتابچه‌های آموزشی
- درج پیام‌های آموزشی مرتبط با تاسیسات فاضلاب و استفاده بهینه از آن به زبان ساده و روان در قبض‌های آب مشترکین
- نصب پلاکاردهای تبلیغاتی با درج پیام‌های آموزشی در سطح جامعه
- برگزاری دوره‌های آموزشی آشنایی شهروندان با تاسیسات فاضلاب
- تماس مستقیم با مردم

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

۱- ترکان، محمدر ضا. ریاحی خرم، مهدی. معرفی سامانه‌های تالابی برای به کارگیری در جوامع کوچک، چهارمین کنفرانس و نمایشگاه محیط‌زیست، ۱۳۹۶.

۲- خان سفید، را ضیه. ابری شم‌چی، احمد. برر سی معیارهای انتخاب شبکه‌های جمع‌آوری فا ضلاب نامتعارف در اجتماعات کوچک(مطالعه موردی بندر طاهری ا ستان بو شهر)، علوم و تکنولوژی محیط‌زی ست، دوره شانزدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۳.

۳- خان سفید، راضیه. ابریشم‌چی، احمد. معرفی موارد استفاده و مقایسه شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب متعارف و نامتعارف در جوامع کوچک، پژوهش‌های محیط‌زیست، سال پنجم، شماره ۱۰، ۱۳۹۳.

۴- علی‌اکبری، مصطفی. مرسولی، رضا. مقایسه و انتخاب بهینه سامانه‌های جمع‌آوری فاضلاب در اجتماعات کوچک، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۷.

۵- فهیمی‌نیا، محمد. راهنمای مهندسی فاضلاب در اجتماعات کوچک و مناطق روستایی، شرکت تحقیقات و بهبود بهره‌وری صنعت آب و فاضلاب، ۱۳۸۵.

۶- فهیمی‌نیا، محمد. مدیریت فاضلاب اجتماعات کوچک – مطالعه موردی مناطق روستایی استان قم، مجموعه مقالات تحقیقاتی استان قم، شماره اول، ۱۳۸۲.

۷- لیلی، م صطفی. سمائی، محمدر ضا. دهستانی، سعید، مدیریت فا ضلاب شهری در ک شورهای در حال تو سعه: مبانی و مهند سی، مرکز تحقیقات و خودکفایی صنعتی شرکت مهند سی آب و فا ضلاب ک شور و شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی، ۱۳۸۹.

۸- محوی، امیرحسین. عیسی‌لو، منصور. مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۷۱.

۹- نزاکتی، رویا. د ستورالعمل مدیریت فا ضلاب در جوامع رو ستایی زاگرس مرکزی، طرح حفاظت از تنوع زی ستی، نشر معارف، ۱۳۹۴.

۱۰- فهیمی‌نیا، محمد. ناصری، سیمین. محوی، امیرحسین. اولویت‌بندی و نیازسنجی روستاهای کشور برای مطالعه و احداث تأسیسات فاضلابی، ششمین همایش کشوری بهداشت محیط، ۱۳۸۲.

11- Claudia Wendland, Andrea Albold, Sustainable and cost-effective wastewater systems for rural and peri-urban communities up to 10,000 PE, WECF, 2010.

12- EPA, A Guidebook for Local Officilas on Small Community Wastewater Management Options, 1987.

13- Jean-Martin Brault, Konrad Buchauer, and Martin Gambrill, Wastewater Treatment and Reuse, A Guide to Help Small Towns Select Appropriate Options, World Bank Group, 2022.

14- H.Haase, Peter. Zhao, Joe. Wang, Shenhua. Godavitarne, Chandra, Guide for Wastewater Management in Rural Villages in China, 2011.

15- Laco, Decentralized wastewater treatment system planning, 2016.

omoorepeyman.ir

16- Müller-Rechberger, Heide , Austrian experience in rural wastewater management, Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism, Vienna, 19. January 2021.
17- USEPA, Onsite Wastewater Treatment Systems Manual, 2002.
18- USEPA, Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) Wastewater Treatment Systems, 2005.
19- State of Kansas Department of Health and Environment, Minimum Standards for Design and Construction of Onsite Wastewater Systems, Bulletin 4-2, March 1997.
20- Wendland, Claudia. Albold, Andrea, Sustainable and cost-effective wastewater systems for rural and peri-urban communities up to 10,000 PE, WECF, 2010.

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از پنجاه سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در پایگاه اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abdollah Rashidi Mehrabadi	Shahid Beheshti University	PhD. in Enviromental Engineering
Talaye Rahsepar Tolouie	Plan and Budget Organization	M.Sc. in Civil Engineering (Water)
Majid Saberi	Fanavaran Arse Abfa Company	M.Sc. in Civil Engineering (Environmental Engineering)
Dadmehr Faezi Razi	National Water & Wastewater Engineering Company	M.Sc. in Environmental Health Engineering
Mansour Ghasemi	Freelance Engineer	M.Sc. in Mechanical Engineering
Shahir Kanani	Water Resource Management Company	M.Sc. in Civil Engineering (Environmental Engineering)
Masoud Mohammadzadeh Banaei	Mojan Engineering Company	B.Sc. in Chemical Engineering
Mohammad Nazemzadeh Naraghi	Pars-Consult Consultant Engineers Company	B.Sc. in Civil Engineering

omoorepeyman.ir

Small and Rural Communities Wastewater Treatment Systems Guidance

[IR-Code 908]

Project consultant:	Majid HosseinZadeh	Iran University of Science and Technology (IUST)	PhD. in Enviromental Engineering (Water & Wastewater)

Authors & Contributors Committee:

Alireza Asaddokht	National Water & Wastewater Engineering Company	M.Sc. in Environmental Engineering
Ali PourKarimi	Fasa University	PhD. in Civil Engineering (Environmental Engineering)
Majid HosseinZadeh	Iran University of Science and Technology (IUST)	PhD. in Enviromental Engineering (Water & Wastewater)
Davoud Fathali	Tarh va Tose'e Karavar Consulting Engineers.	PhD. in Enviromental Engineering (Water & Wastewater)
Mohammadreza Fadaei Tehrani	Niroo Research Institute	PhD. in Civil Engineering (Water Source)
Hossein Naieb	Avisa tasfie Co.	PhD. in Enviromental Engineering (Water & Wastewater)
Gholamreza Nabi Bidhendi	University of Tehran	PhD. in Chemistry (Environmental Engineering)

Supervisory Committee:

Amir Reza Ahmadi Motlagh	Mahab Ghodss Consulting Engineering Co.	M.Sc. in Civil Engineering (Water)
Asghar Jahani	Water Resource Management Company	PhD. in Environmental Engineering
Shahir Kanani	Water Resource Management Company	M.Sc. in Civil Engineering (Environmental Engineering)

Confirmation Committee:

Amir Reza Ahmadi Motlagh	Mahab Ghodss Consulting Engineering Co.	M.Sc. in Civil Engineering (Water)
Reza Barati	Tehran Wastewater Company	PhD. in Environmental Health Engineering
Asghar Jahani	Water Resource Management Company	PhD.in Environmental Engineering

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abstract:

Protecting the environment and preventing its pollution is one of the most important factors for achieving sustainable development, which requires prerequisites of research, education and access to accurate and up-to-date information.

As urban communities, in small and rural communities, especially in areas where there isn't any sewage system or the existing system are not effective, the discharge of untreated sewage into the environment can lead to the contamination of water and soil resources as well as the spread of various diseases even beyond the geographical scope of that society that in this regard, rural communities and small communities in general are more sensitive in terms of health and sewage control due to their social structure and greater use of the natural environment.

Among the main issues caused by water problems in small and rural communities, we can mention spatial and temporal shortages of water resources, pollution of water resources and increase of communicable diseases, inappropriate management of water resources and lack of suitable and sustainable methods for wastewater management.

Considering the significant number of small and rural communities in IRAN and need accessing to sufficient and good quality water, special attention to water and sewage issues in these communities is of great importance. Based on this, quality and quantity management of produced wastewater in these communities has been prioritized in the governance and management perspectives of the country.

Considering the above, basic differences between rural and urban communities, especially in the social, cultural and economic aspects, have led to the selection of the appropriate option, design, implementation and operation of sewage systems faces various issues both in the collection and treatment.

Based on stated content, existence of large number of small and rural communities in IRAN and need to pay attention to effective and hygienic disposal of wastewater in these areas, created the necessity of developing rules to choose the appropriate method for wastewater management in these areas.

The present document is rules for examining the necessity and priority of small communities to implement wastewater management methods in them and so on choosing appropriate and effective method to achieve this goal. It should be noted that although this regulation in some cases states some important and mandatory details in designing field, but full coverage of detailed standards is not within the scope of this regulation.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Small and Rural Communities Wastewater Treatment Systems Guidance

IR-Code 908

Last Edition: 09-03-2025

Deputy of Technical, Production & Infrastructure Affairs

Department of Technical & Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Energy

Bureau of Technical & Operation Systems Development and Hydro-power Dispatching

waterstandard.wrm.ir

2025

omoorepeyman.ir

این ضابطه

این ضابطه با عنوان "راهنمای سامانه‌های تصفیه فاضلاب جوامع کوچک و روستایی" راهنمایی برای بررسی ضرورت و اولویت جوامع کوچک برای پیاده‌سازی روش‌های مدیریت فاضلاب در آن‌ها و در ادامه انتخاب روش مناسب و مؤثر برای دستیابی به این هدف می‌باشد. هر چند این ضابطه در مواردی به بیان برخی جزئیات مهم و الزامی در زمینه طراحی می‌پردازد، لیکن پوشش کامل استانداردهای تفصیلی در دامنه این ضابطه نمی‌باشد.

omoorepeyman.ir