باسمه تعالی

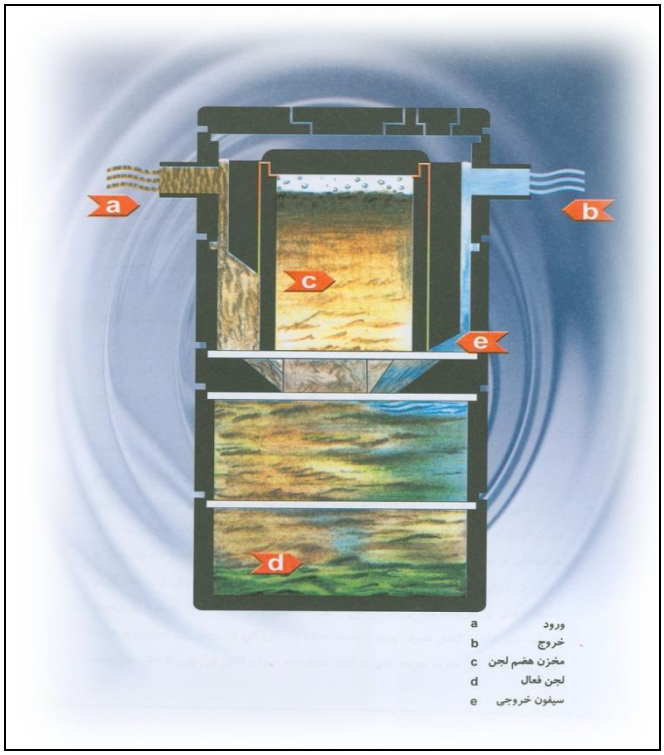
اِنّی ما اَخافُ عَلی اُمَّتی الفَقرَ وَلکِن اخافُ عَلَیهِم سُوءَ التّدبِیرِ

من از فقر برامّتم بیم ندارم، لیکن ازآنچه که بر امتم بیمناکم سوء تدبیر است.

حضرت رسول اکرم صلی الله علیه و آله و سلم

طرح توجیهی فنی و اقتصادی نصب سامانه ایمهاف تانک در منازل،

مجتمع‌های مسکونی و پارک‌های شهر



جمعی از دوستداران محیط زیست

۰۹۱۲۳۷۱۱۰۴۷

تهران آبان ماه ۱۳۸۷

فهرست

صفحه

مقدمه	۳
تاریخچه تصفیه فاضلاب	۵
اهداف تصفیه فاضلاب	۵
انواع و خواص فاضلاب‌ها	۶
ماهیت فاضلاب	۸
اصول کلی تصفیه فاضلاب (پالایش فاضلاب)	۹
نحوه عملکرد سامانه تصفیه فاضلاب انسانی بی‌هوازی	۱۱
کاربرد سامانه	۱۳
سامانه بسته تصفیه بی‌هوازی (ایمهاف تانک)	۱۳
ایمهاف تانک چیست؟	۱۴
مبانی طراحی و کاربرد بسته	۱۶
اهمیت بکار گیری سامانه تصفیه فاضلاب بی‌هوازی در کشور (شهر تهران)	۱۹
مشکلات حاضر دفع غیر صحیح فاضلاب شهری تهران	۲۰
ساختار و نحوه استقرار سامانه	۲۶
مزایای استفاده از سامانه تصفیه فاضلاب بیولوژیکی بی‌هوازی	۲۸
نحوه محاسبه ظرفیت تصفیه‌پذیری سامانه	۲۳
نحوه محاسبه بهاء سامانه پیشنهادی	۲۴
تجربیات موفق شهرهای بزرگ دنیا با توجه به فنّاوری روز	۲۵
بکارگیری سامانه ایمهاف تانک در یک محله شهرداری ۲۰۰۰ خانواری و یک مجموعه پارک	۳۳
جمع بندی و ارائه راهکار پیشنهادی	۳۶
لایحه پیشنهادی برای توسعه بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب	۳۶

مقدمه:

به دنبال زندگی گروهی، موضوع مدیریت و دفع فاضلاب از محیط زیست انسان اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. همزمان با گسترش شهرها و شبکه‌های آبرسانی برای داشتن محیطی پاک و بدور از آلودگی سامانه‌های دفع فاضلاب و پسابهای انسانی نیز مورد توجه قرار گرفت.

اولین روش دفع فاضلاب به صورت کاتالیزاسیون در نقاط مختلف جهان دیده می‌شود. در این رابطه آثاری در هند با قدمت ۷۰۰۰ ساله به عنوان فاضلابرو به دست آمده است و نیز در شهرهای قدیمی نظیر بابل و نینوا و یا همین طور در شهرهایی از کشورهای باستانی نظیر یونان و روم قدیم آثار فاضلابروها مربوط به ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد دیده شده است. تا حدود یکصد سال پیش گندابروها به ویژه کانالهای فرعی فاضلاب به صورت روباز ساخته می‌شدند. نخست پس از آشکار شدن اثر این قبیل کانالها در پخش بیماریهای واگیر کوشش بعمل آمد که تمام گندابروها و فاضلابروها در زیرزمین ساخته شوند. قرار گرفتن فاضلابروها در زیر زمین موجب شد که در پائین رفتن سطح آب زیر زمینی تاثیر نیکویی بنماید و این خاصیت نیز جزو محاسن ایجاد شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب قرار گیرد. در کشورمان تا همین اواخر و حتی در حال حاضر در بعضی از شهرها دفع فاضلاب به دو روش انجام می‌گیرد، در روش اول در شهرهایی که عمق آب زیرزمینی، زیاد و نفوذپذیری زمین نیز نسبتا زیاد بود از چاههای جذبی فاضلاب سود برده می‌شد و این روش هنوز هم در بسیاری از شهرهای ایران مورد استفاده است.

روش دوم مربوط به شهرهایی است که آب زیرزمینی بالا قرار گرفته و یا خاک از نفوذ پذیری مناسب برخوردار نیست در این گونه شهرها از شیب طبیعی استفاده می‌شود و با ایجاد زهکشی و یا کانال، فاضلاب به خارج شهر هدایت می‌شود و یا از وجود آبهای سطحی نظیر رودخانه بهره گرفته و فاضلاب از محیط شهر دور می‌شود.

در جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم بعلت محدودیت منابع، اهمیت جمع‌آوری فاضلاب بر کسی پوشیده نیست. زیرا با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت آنها از یک سو و گسترش صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر مسئله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با گسترش زندگی ماشینی و به علت توجه نکردن افراد به منافع همگان هر روز انواع بیشتری از آلودگی، محیط زیست زندگی انسان و محیط را ناسالم‌تر و زیستن آنها را در معرض خطر جدی‌تر قرار می‌دهد. هوای آلوده به گازهای سمی، آبهای آلوده به مواد بیماری‌زا و بالاخره صداهای بلند و ناهنجار همگی زندگی موجودات زنده را در کره زمین با مشکل مواجه کرده‌اند. خوشبختانه در صورتیکه فرهنگ همگانی بالا رفته قوانین موجود بر اثر حفاظت محیط زیست اجرا شده و بسته به نیاز محیط، قوانین تازه‌ای به آنها افزوده گردد می‌توان امیدوار بود که مشکل قابل حل باشد. فاضلابها به علت مواد زایدی که در خود دارند جزء آلوده کننده‌های محیط زیست به شمار می‌روند و باید آنها را جمع‌آوری نمود و نخست آنها را پایش و تصفیه کرد و بعد از آن آب را به چرخه خود در طبیعت برگرداند. این مهم می‌تواند از دیدگاههای مختلف زیر مورد توجه باشد:

الف- بهداشت عمومی

فاضلابها همیشه دارای مقدار بسیاری مواد خارجی هستند که به صورتهای گوناگون برای زندگی موجودات زنده زیان‌آور می‌باشد. وجود باکتریها و میکروبهای بیماری‌زا در فاضلابها عاملی است که بیش از یکصد سال گذشته زیان آن برای مردم آشکار گشته است. کشتارهائی که در گذشته بیماریهای واگیرداری مانند وبا، طاعون، اسهال خونی و غیره در نقاط گوناگون جهان انجام داده است مردم را به خطرهای ناشی از آلودگی آبها با این میکروبها آگاه کرده است. علاوه بر باکتریهای بیماری‌زا که تنها جزء کوچکی از موجودات زنده فاضلابها را تشکیل می‌دهند. هزاران نوع باکتری دیگر نیز در فاضلابها وجود دارند. در صورت ورود فاضلاب تصفیه نشده به منبع طبیعی آب، باکتریهای هوازی موجود در آن اکسیژن محلول در آب را تنفس کرده و مواد آلی فاضلاب را تغذیه می‌کنند. مصرف اکسیژن محلول در آب سبب کاهش مقدار آن گشته و زندگی حیوانات آبزی را به خطر می‌اندازد. کمبود اکسیژن بسته به نوع منبع طبیعی دریافت کننده فاضلاب چند ساعت تا چند روز پس از وارد شدن فاضلاب به منبع طبیعی آب رخ می‌دهد. این پدیده را پالایش خود به خودی و یا تصفیه طبیعی فاضلاب می‌نامند.

ب- کاربرد مجدد فاضلاب:

موضوع کاربرد دوباره فاضلاب به علت نیاز روز افزون به آب، روز به روز بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به ویژه در ایران به علت کمی آب و گرانی آب آشامیدنی استفاده از فاضلابهای پالایش شده برای مصارف غیر خانگی مانند آبیاری فضاهای سبز درون شهرها، پارکها، جنگل‌کاری و شستشوی خیابانها و کانالهای فاضلاب اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند.

کشور ما در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک از جهان قرار گرفته اهمیت نیاز روزافزون به آب سالم سبب گردیده تا توجه ویژه-ای به استفاده مجدد از پساب باشد. لذا پیاده سازی سامانه‌هایی که کمک به اجرای مناسب این تصمیم باشد بسیار با ارزش خواهد بود.

با توجه به اینکه مصرفهای خانگی در شهرها معمولا کمتر از ٪۵۰ مصرف کلی شبکه‌های آبرسانی را تشکیل می‌دهند ملاحظه می‌شود که کاربرد دوباره فاضلاب برای مصرفهای غیر خانگی نامبرده تا چه اندازه می‌تواند به کاهش مشکل آبرسانی در شهرهای کم آب کمک نماید. در اینجا باید یادآور شد که کاربرد فاضلابهای تصفیه شده برای مصرفهای آشامیدنی به علل اقتصادی و روانی هنوز در جهان جنبه گسترده و عملی به خود نگرفته است. در صورتیکه استفاده دوباره از فاضلاب تصفیه شده و فرستادن آن در شبکه شهری برای آبیاری فضاهای سبز و مصرفهای صنعتی از سال ۱۹۲۸ در آریزونای آمریکا شروع و روز به روز در نقاط بیشتری از جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در ایران با وجود اهمیتی که به آن اشاره شد تاکنون به استفاده از فاضلابهای خانگی برای استفاده مجدد یا آبیاری کشاورزی توجه کم و یا نادرستی شده است.

تاریخچه تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب بر خلاف سامانه‌ها و شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب که از پشتوانه تاریخی طولانی برخوردار است سابقه تاریخی کوتاهی داشته و صنعت جدیدی است و بعضی از روشهای تصفیه فاضلاب نظیر سپتیک تانک تازگی بیشتری دارد.در حدود یکصد سال پیش که رابطه‌ای بین اثر باکتریها و میکروبهای بیماریزا در واگیری و شیوع بیماریها آشکار گشت انسان به فکر پاکسازی آبهای آلوده افتاد. به عبارت دیگر تصفیه فاضلاب در روند امروزی خود بیشتر در اثر پیشرفت علم زیست شناسی و پزشکی به وجودآمده است. پرداختن و توجه به این فن از آنجا شروع شد که به تدریج برای جلوگیری از آلوده شدن منابع طبیعی و به ویژه رودخانه‌ها ورود فاضلاب به این منابع ممنوع اعلام گردید. این جلوگیری‌ها نیاز به تصفیه فاضلاب و تکامل روشهای آن را ایجاب نمود با گذشت زمان و بویژه پس از جنگ جهانی دوم در نتیجه توسعه شهرها و منابع خطر آلودگی محیط زیست و در نتیجه نیاز به تصفیه فاضلاب با شدت بی‌سابقه‌ای افزایش یافت و همزمان با آن روشهای بسیاری برای تصفیه فاضلاب پیشنهاد و به کار گرفته شد.

در تکامل فن تصفیه فاضلاب از نظر زمانی روشهای طبیعی جزو قدیمی‌ترین روشهایی هستند که برای تصفیه بکار گرفته شده‌اند. به ویژه استفاده از فاضلاب برای آبیاری کشاورزی به علت خاصیت کودی آن در یکصد سال پیش تاکنون در کشورهای اروپایی متداول بوده است.

در ایران از زمانهای بسیار دوری لجن بدست آمده از چاههای جذب کننده فاضلاب به عنوان کود کشاورزی بکار گرفته می‌شده است ولی در تمام این روشها بیشتر تکیه بر بازیابی از مواد کودی فاضلاب بوده است و نه تصفیه آن از دهها سال پیش تا کنون دریاچه‌های تثبیت فاضلاب در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

اهداف تصفیه فاضلاب

در تصفیه فاضلاب هدفهای زیر مد نظر می‌باشد:

الف- تامین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم

فاضلابهای شهری همیشه دارای میکروبهای گوناگونی می‌باشند که قسمتی از آنها را میکروبهای بیماری‌زا تشکیل می‌دهند. ورود فاضلاب تصفیه نشده به محیط کشت و منبعهای طبیعی آب چه آنهایی که روی زمین و چه آنهایی که در زیر زمین قرار دارند موجب آلوده شدن این منابع به میکروبهای بیماری‌زا می‌گردد و در اثر تماس با این منابع خطر گسترش این بیماریها بین مردم به وجود می‌آید.

ب- پاک نگهداری محیط زیست

وارد نمودن فاضلابهای تصفیه نشده به محیط زیست موجب آلودگی این محیط شده که علاوه بر خطرهای مستقیمی که برای بهداشت مردم دارد نتایجی دیگر از قبیل مناظر زشت، بوهای ناخوشایند و سرانجام تولید حشرات بخصوص مگس و پشه به همراه دارد. این حشرات خود وسیله‌ای برای جابجا شدن میکروبهای بیماریزا و آلوده سازی محیط زیست با این میکروبها می‌باشد.

ج- بازیابی فاضلاب

بازیابی فاضلاب و با توجه به اینکه مقدار نمکهای معدنی محلول در فاضلاب به مراتب کمتر از آب دریاهای آزاد می‌باشد و فاضلاب جزوء آبهای شیرین ولی آلوده به حساب می‌آید استفاده دوباره از فاضلابهای تصفیه شده به جای آب شیرین جهت آبیاری کشاورزی به مراتب ارزانتر از شیرین سازی آب دریاهای شور می‌باشد. این مسئله در ایران که در بسیاری از نقاط آن مردم با کمبود آب شیرین مواجه هستند می‌تواند در مصرف آب شیرین مورد استفاده در آبیاری کشاورزی صرفه‌جویی نماید. کاربرد دوباره فاضلاب تصفیه شده جهت آبیاری کشاورزی علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب شیرین به علت وجود مواد کودی که در فاضلاب تصفیه شده می‌تواند منبع غذایی خوبی برای گیاهان و تقویت زمین کشتزارها گردد.

انواع و خواص فاضلاب‌ها

فاضلاب‌ها بسته به شکل پیدایش و خواص آنها به سه گروه تقسیم می‌گردند.

فاضلابهای خانگی، فاضلابهای صنعتی و سرانجام فاضلابهای سطحی آنچه که مورد بحث گزارش حاضر می‌باشد فاضلابهای خانگی می‌باشد که به شرح آن از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی می‌پردازیم فاضلابهای خانگی خالص، از فاضلاب دستگاههای بهداشتی خانه‌ها مانند: توالتها، دستشویی‌ها و حمام‌ها، ماشین‌های لباسشویی و ظرف شویی، پساب آشپزخانه‌ها و یا فاضلابهای به دست آمده از شستشوی قسمتهای گوناگون خانه تشکیل شده‌اند. خواص فاضلاب خانگی در سطح یک کشور تقریبا یکسان و تنها غلظت آنها بسته به مقدار مصرف سرانه آب در شهرها تغییر می‌کند.

آنچه در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری به نام فاضلاب خانگی جریان دارد علاوه بر فاضلاب خانگی خالص دارای مقداری فاضلاب به دست آمده از مغازه‌ها، فروشگاهها، تعمیرگاهها، کارگاهها، رستورانها و موسسه‌هایی مانند آنها نیز می‌باشند که اجبارا در سطح شهر و به طور پراکنده‌ای وارد کانالهای جمع‌آوری فاضلاب می‌گردند لذا با توجه به نوع و تعداد این گونه موسسه‌ها ممکن است نوع فاضلاب در شهر تغییر کند چنین فاضلاب خانگی ناخالص نیز می‌نامند.

الف- رنگ فاضلاب

رنگ فاضلاب خانگی نشان دهنده عمر آن است. فاضلاب تازه دارای رنگ خاکستری است پس از مدتی که فاضلاب گندید و کهنه شد رنگ آن تیره و سیاه می‌گردد.

ب- بوی فاضلاب

بوی فاضلاب ناشی از گازهای سمی است که در اثر متلاشی شدن مواد آلی به وجود می‌آید. بوی فاضلاب تازه قابل تحمل‌تر از فاضلاب کهنه است. بوی فاضلاب کهنه بیشتر ناشی از گاز هیدروژن سولفوره می‌باشد که در اثر فعالیت باکتری بی هوازی و در نتیجه احیای سولفاتها به سولفیت‌ها تولید می‌گردد. در صورتی که به فاضلاب هوا و اکسیژن کافی برسد باکتریهای بی هوازی از فعالیت باز ایستاده و به جای آنها باکتریهای هوازی مواد آلی فاضلاب را تجزیه می‌کنند و گاز کربنیک مهمترین گازی است که از کار این باکتریها تولید می‌شود، لذا مانند آنچه در تصفیه خانه‌های فاضلاب رخ می‌دهد اگر اکسیژن کافی به فاضلاب دمیده شود فاضلاب بی‌بو می‌گردد.

ج- درجه اسیدی فاضلاب

فاضلابهای خانگی خالص و تازه، معمولا حالتی خنثی و یا متمایل به قلیایی دارند. تنها در اثر ماندن و شروع عمل گندیدگی گازهای اسیدی (هیدروژن سولفوره) تولید گردیده و درجه اسیدی فاضلاب کاهش یافته، خاصیت اسیدی پیدا می‌کند. هر چه

درجه گرمای محیط بیشتر باشد عمل گندیدگی و تعفن زودتر رخ می‌دهد و در شرایط نسبتا متعارفی عمل تعفن سه تا چهار ساعت پس از تولید فاضلاب شروع می‌شود.

د- دمای فاضلاب

به علت اعمال زیستی درجه گرمای فاضلاب معمولا بیشتر از درجه گرمای آب در همان محیط است. درجه گرمای فاضلاب در سردترین روزهای زمستان غالبا از ۱۰ درجه سانتی گراد کمتر نمی‌گردد و در روزهای معمولی درجه گرمایی در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارد.

ه- مواد خارجی در فاضلاب

در فاضلاب همیشه مقداری مواد خارجی به صورت محلول و یا نامحلول وجود دارد. مقدار مواد خارجی موجود در فاضلاب مواد آلی و بقیه مواد معدنی می‌باشند. مواد خارجی نیز خود به دو گروه ته نشین پذیر و ته نشین ناپذیر تقسیم می‌شوند و مواد معلق ته نشین پذیر به موادی گفته می شود که پس از ۲ ساعت توقف در ظرف ته نشین شوند.

و – وزن مخصوص فاضلاب

با توجه به سبک بودن مواد خارجی موجود در فاضلاب و نیز وجود برخی گازهای محلول در آن وزن مخصوص فاضلاب کمی کمتر از وزن مخصوص آب است و به حدود ۰/۹۹ تن بر متر مکعب می‌رسد. در این عمل معمولا وزن مخصوص فاضلاب را برابر آب فرض می‌نمایند.

ز- موجودات زنده در فاضلاب

علاوه بر مواد خارجی نامبرده همیشه فاضلاب مقدار زیادی موجودات زنده ذره بینی مانند ویروس‌ها و میکروبها (باکتریها) به همراه دارد. تنها قسمت کمی از این موجودات زنده ممکن است بیماری‌زا باشند. از این گروه می‌توان باسیل، حصبه، اسهال و وبا که جزوء باکتریهای انگلی هستند را نام برد. دو گروه دیگر از موجودات زنده موجود در فاضلاب باکتریهای هوازی و باکتریهای بی هوازی حتی در تصفیه فاضلاب نقشی مثبت و بسیار کمک کننده دارند. تعداد موجودات در یک سانتیمتر مکعب از فاضلاب شهری به یک تا چند میلیون عدد نیز می‌رسد.

ماهیت فاضلاب

فاضلابها اساسا" دارای طبیعتی آلی هستند که شامل کربن، نیتروژن، فسفر، و نیز غلظت نسبتا" بالایی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که به آسانی قابل تجزیه بوده و این تجزیه حتی هنگامی که فاضلاب‌ها در شبکه جمع‌آوری جریان دارند صورت می گیرد. فاضلاب تازه، مایع کدر خاکستری رنگی است که علاوه بر مواد شیمیایی شامل مواد معلق، شناور و نیز مواد جامد کلوئیدی به همراه آلوده کننده‌های دیگری است که بصورت محلول می‌باشند.

فاضلاب‌ها معمولا با افزودن اکسیژن مورد نیاز تصفیه می‌گردند و در این حالت باکتریها خواهند توانست فاضلاب را بعنوان غذا مورد استفاده قرار دهند.

باکتریهای جدید + فاضلاب تصفیه شده $\xrightarrow{\text{باکتری}}$ اکسیژن + فاضلاب

اما بعلت پیچیدگی فاضلاب‌های خانگی، تجزیه و تحلیل کامل آن بصورت فوق میسر نیست، لذا باید بدنبال روش کامل‌تری بود که موجب کاهش گسترش بیماریهای عفونی ناشی از وجود میکروارگانیسم‌های بیماریزا و جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی باشد.

رشد و تکثیر باکتریها:

باکتریها در محیطی می‌توانند رشد و تکثیر نمایند که:

۱- به مقدار کافی مواد مغذی در دسترس داشته باشند.

۲- ترکیبات و مواد سمی در آن محیط حضور نداشته باشد.

۳- خود محیط رشد مناسب باشد.

علاوه بر موارد فوق، عوامل محیطی که از اهمیت خاصی برای رشد و تکثیر باکتریها برخوردار هستند، عبارتند از:

۱- حدود خنثی برای PH .

۲- درجه حرارت.

۳- حضور غلظت اکسیژن محلول حدود ۲-۱ میلی گرم در لیتر.

در صورتی که شرایط فوق فراهم باشد باکتریها چهار مرحله مشخص از رشد را پشت سر خواهند گذاشت. در اولین مرحله، هیچ افزایشی در تعداد باکتریها بوجود نمی‌آید (Lage Phase) لیکن باکتریها در درون، کاملا" فعال می‌باشند و در صورت لزوم آنزیمهای مورد نیاز برای انجام اکسیداسیون مواد آلی فاضلاب را تهیه می‌کنند.

در دومین مرحله از رشد تعداد باکتریها بصورت لگاریتمی افزایش می‌یابد (Exponential Phase) در این مرحله باکتریها مواد غذایی را در سلولهای خود ذخیره و نگهداری می‌کنند که در صورت کمبود و یا عدم وجود مواد غذایی در محیط مورد استفاده قرار بدهند. مرحله سوم، مرحله ثابت رشد (Stationary Phase) بوده، در این مرحله تعداد باکتریهای جدید تقریبا" باکتریهایی که می- میرند برابر می‌شوند و در این مرحله تراکم جمعیتی سلولها تغییر نمی‌کند. اگر میزان رشد افزایش یابد باید این منحنی وارد مرحله مرگ (Death Phase) گردد و در این حالت تراکم جمعیت در طی زمان کاهش می‌یابد.

اصول کلی تصفیه فاضلاب (پالایش فاضلاب)

جهت تصفیه فاضلابها از روشها و تکنیکهای مختلفی نظیر استفاده از تصفیه مکانیکی یا فیزیکی صاف کردن فاضلاب،ته نشین کردن مواد معلق، شناور سازی مواد معلق و تصفیه زیستی یا تصفیه بیولوژیکی، تصفیه زیستی با کمک باکتریهای هوازی، تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی، نتیرات سازی و نیترات زدایی، تصفیه شیمیایی، استفاده از مواد شیمیایی برای تاثیر روی مواد محلول، استفاده از مواد شیمیایی برای تاثیر روی مواد نامحلول و در نهایت گندزدایی از آنجایی که نگرش طرح حاضر در خصوص ساخت ایمهاف تانک بتنی می‌باشد و روش تصفیه در این گونه محصولات تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی می‌باشد به شرح مختصر آن می‌پردازیم.

ایمهاف تانک جزو تصفیه‌خانه‌های کوچک فاضلاب می‌باشند یکی از علل کوچک شدن تصفیه‌خانه فاضلاب کم بودن جمعیتی است که فاضلاب آنها به تصفیه‌خانه می‌رسد. علاوه بر کمی جمعیت می‌توان دلایل زیر را نیز ذکر کرد:

الف- عدم نیاز به تصفیه کامل فاضلاب

گاهی ممکن است به علت وجود منابع طبیعی با ظرفیت تصفیه زیاد مانند رودخانه‌های بزرگ و یا دریا بتوان از ایجاد بعضی واحدهای تصفیه خانه خودداری و در هزینه سرمایه‌گذاری اولیه صرفه‌جویی نمود. در این صورت فاضلاب را به صورت ناقص تصفیه کرده و بقیه عمل را به عهده منابع طبیعی نامبرده می‌گذارند.

ب- علل اقتصادی

در بعضی از موارد ممکن است به علت عدم امکان مالی و نیاز اجتناب ناپذیری به صرفه جویی موقتا از ساختن چند واحد تصفیه خانه صرفه جویی نمود و بدین صورت ساختمان تصفیه خانه را برای مدتی کوتاه کوچک ساخت.

ج- نوع آلودگی فاضلاب

برای تصفیه فاضلابهای صنعتی ممکن است به علت نوع آلودگی تنها نیاز به ایجاد چند واحد برای تصفیه خانه گردد و ساختمان آن کوچک طراحی شود. امروزه با توجه به تعداد روز افزون شهرکهای مسکونی که مرتبا در مجاورت شهرهای بزرگ ساخته می‌شوند مناطق ییلاقی که نمی‌توانند از شبکه‌های فاضلاب شهری استفاده نمایند روستاهایی که دفع فاضلاب آنها با مشکل مواجه است و بالاخره واحدهای مستقلی از قبیل بیمارستانها، کشتارگاهها و غیره مسئله تصفیه خانه‌های کوچک

اهمیت زیادی پیدا کرده است سازنده‌های مختلف مرتبا همراه با تبلیغ سامانه‌های تصفیه گوناگونی را به بازار عرضه می‌کنند که در صورت عدم آشنایی به نیازها و مورد کاربرد آن سامانه‌ها ممکن است استفاده از آنها موجب تلفات مالی و از دست رفتن وقت و نرسیدن به هدف پیش بینی شده گردد.

تصفیه فاضلاب‌ها معمولا" به دو دسته اصلی طبقه‌بندی می‌شود:

۱- روش هوازی
۲- روش بی‌هوازی

۱- تصفیه فاضلاب بروش هوازی:

باکتریها توسط اکسیداسیون مواد آلی، انرژی مورد نیاز خود را تدارک می‌بینند و به این ترتیب قادرند مولکولهای پیچیده‌ای مثل پروتئین‌ها و هیدرو کربورها که جهت ساختن سلولهای جدید مورد نیاز هستند را مصرف کنند. از اینرو متابولیسم باکتریایی از دو قسمت تشکیل شده است:

الف – شکستن و سوختن مواد جهت تأمین انرژی

$$CxHyOzN+O2 \xrightarrow{\text{باکتری}} CO2+H2O+NH3+Energy$$

$$CxHyOzN+Energy \xrightarrow{\text{باکتری}} C5H7O2N$$

$$CxHyOzN+5O2 \xrightarrow{\text{باکتری}} 5CO2+NH3+2H2O+Energy$$

۲- تصفیه فاضلاب بروش بی‌هوازی:

این روش برای فاضلاب‌هایی که مواد آلی پیچیده دارند بکار می‌رود و زمانی این عمل صورت می‌گیرد که باکتریهای بی-هوازی فعالیت خود را در اثر نرسیدن اکسیژن به آنها شروع نموده‌اند. در این مرحله مواد آلی پیچیده توسط باکتریهای بی-هوازی (Anaerobic)و یا باکتریهایی بی‌هوازی اختیاری (Facultative) که مولد اسید نام دارند تغییر شکل یافته و شکسته می‌شوند. در این فرایند مواد آلی پیچیده مانند چربی‌ها، پروتین‌ها و هیدروکربورها هیدرولیز شده و به شیوه‌ای بیولوژیکی به مواد آلی ساده تبدیل می‌شوند.

بیشتر اوقات محصول نهایی این مرحله تبدیل فاضلاب به چربیهای اسیدی است، که باکتریهای مولد اسید برای تأمین انرژی جهت رشد و تبدیل قسمت کمی از مواد آلی فاضلاب به سلول جدید، از این واکنش‌ها استفاده می‌کنند. در این مرحله عمل تبدیل فاضلاب صورت نمی گیرد بلکه در مرحله دوم که همراه با تولید گاز متان است تثبیت واقعی پیش می‌آید.

در طی این مرحله باکتری‌ها جزء باکتریهای ساپروفیت بوده که مواد غذایی خود را از اجساد و پس مانده‌های موجودات زنده تأمین می‌کنند و سپس اسیدهای آلی توسط گروهی از باکتریها به نام مولد متان به گازهای کربنیک و متان که از محصولات نهایی این فرایند است تبدیل می‌شوند. لازم به ذکر است که باکتریهای مولد گاز متان کاملاً" بی‌هوازی می‌باشد. گروههای مختلفی از باکتریهای مولد گاز متان وجود دارند که هر گروه توسط قابلیت تبدیل تعداد محدودی از مواد آلی معین و مشخص می‌شوند بنابراین در تولید کامل گاز متان از مواد آلی پیچیده، به تعداد مختلفی از باکتریهای مولد متان جهت تکمیل فرایند فوق نیازمندیم.

$$CH3COOH \longrightarrow CH4+CO2$$

$$CO2+8H \longrightarrow CH4+2H2O$$

رشد و تکثیر باکتریهای مولد اسید سریعتر از باکتریهای مولد متان است بطوری که زمان لازم برای دو برابر شدن آنها چند ساعت است ولی برای باکتریهای مولد متان چند روز است. لازم به توضیح است که باکتریهای مولد متان باید با شرایط خوب و در تعداد بسیار زیاد وجود داشته باشند. که در طراحی این سامانه به این مهم کاملا" توجه شده است.

مزایای روش بی‌هوازی در مقایسه با روش هوازی:

با توجه به مطالب بالا مزایای روش بی‌هوازی بشرح زیر می‌باشد:

۱- در روش بی‌هوازی مقدار زیادی از فاضلاب قابل تثبیت می‌باشد.

۲- تولید سلولهای بیولوژیکی بعنوان لجن در این روش کم می‌باشد.

۳- نیاز به مواد غذایی معدنی در این روش بسیار کم خواهد بود.

۴- در این روش به اکسیژن و وسایل هوادهی که نصب و نگهداری آنها مشکلات خاص خود را دارا می‌باشد نیازی نیست.

۵- تولید مقداری گاز متان بعنوان یک منبع انرژی ارزان از مزایای این روش می‌باشد.

نحوه عملکرد سامانه تصفیه فاضلاب انسانی بی‌هوازی:

همانگونه که در سامانه‌های هوازی، فاضلاب پس از طی سه مرحله:

۱- فیزیکی ۲- بیو شیمیایی ۳- شیمیایی تصفیه می‌شدند و قابلیت تخلیه را در محیط دارا بودند، در سامانه‌های بی‌هوازی هم نحوه عملکرد بهمان صورت است ولی بدلیل اینکه مقدار باکتریها پس از تصفیه در پساب مناطق مسکونی کم می‌باشد. می‌توان پساب حاصل را به چاه جاذب یا منابع دیگر پذیرنده تخلیه نمود.

۱. تصفیه فیزیکی:

فاضلاب خام پس از ورود به سامانه با توجه به وزن مخصوص مایعات بوسیله سیفون ورودی به سمت مخزن تحتانی (مخزن هضم بی‌هوازی) و مخزن تخمیر و تصفیه بی‌هوازی هدایت می‌شود. جریان پیوسته ورودی باعث جابجایی سطح مایع در سامانه شده و در اثر اختلاف سطح ایستایی مایعات باعث حرکت مایع تصفیه شده به سمت سیفون خروجی می‌شود.

۲. تصفیه بیو شیمیایی:

همانگونه که در مورد سامانه تصفیه به روش بی‌هوازی گفته شد در اثر تغییرات و فعالیت میکروارگانیسم‌ها آلوده کننده‌های آلی به اسید استیک و متان تبدیل می‌شوند اما در این شرایط میکرو ارگانیسم‌ها اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی و معدنی موجود در فاضلاب بدست می‌آورند. بر اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی اسیدی در مرحله اول در اثر تجزیه پروتئین‌ها، چربیها، گازهای دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن و اسیدهای آلی تولید می‌شود. طبق فرایند شرح داده شده در قبل، در این حالت مواد آلی که دارای نیتروژن می‌باشد کمتر تحت تأثیرات و فعل و انفعالات قرار می‌گیرند. در مرحله دوم باکتری‌های بی‌هوازی متانی علاوه بر ترکیبات فوق، ترکیبات نیتروژن دار را تجزیه نموده و گازهای N_2 متان و دی اکسید کربن تولید می‌کنند.

بدین ترتیب مواد خروجی نیتروژن دار بسرعت در اثر هیدرولیز به آمونیم تبدیل می‌گردند، سپس تحت عمل نیتریفیاکاسیون که یک اکسیداسیون بیولوژیکی است آمونیم تبدیل به نیترات می‌شود. این تبدیل در طی یک روش دو مرحله‌ای توسط دو گروه از باکتریها صورت می‌گیرد. این باکتری‌ها کربن مورد نیاز سلولی خود را از گاز کربنیک و انرژی مورد نیاز خود را از ترکیبات غیر آلی مانند آمونیوم و نیتریت، کسب می‌کنند.

باکتریهای نوع اول که آمونیوم را به اکسید نیتروژن تبدیل می‌کنند، به نیترو موناز معروفند..

$$55NH_4 + 76O_2 + 5CO_2 \xrightarrow{\text{باکتری}} C_5H_7O_2N + 54NO_2 + 52H_2O + 109H$$

باکتریهای نوع دوم که نیترات را به اکسید نیتروژن تبدیل می‌کنند بعنوان نیترو باکتور معروفند.

$$400NO_2 + 195O_2 + 5CO_2 + NH_3 + 2H_2O \xrightarrow{\text{باکتری}} C_5H_7O_2N + 400NO_3$$

سپس اگر نیترات با نوع دیگری از باکتریها که منبع انرژی آلی را در نبود اکسیژن متابولیزه می‌کنند تماس پیدا کنند نیترات به گاز نیتروژن تبدیل می‌شوند.

اما در این حالت فاضلاب هنوز دارای بو می‌باشد و علت آن وجود گاز H_2Sاست. این گاز تحت تأثیر دو باکتری بکیاتواآلبا و تایلوباسیلوسی و وجود مقداری اکسیژن در قسمت هوازی بصورت زیر تجزیه می‌شوند و بوی خود را از دست می‌دهند.

$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S$$

$$H_2S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

فلوشیت فرایند بی‌هوازی:

ته نشینی

فرایند هضم بی هوازی

ته نشینی

منبع ذخیره

جذب به لایه‌های شنی زمین

کاربرد سامانه بسته تصفیه بی‌هوازی:

۱. مهمترین کاربرد این سامانه، نصب آنها در منازل مسکونی، مجتمع‌ها و برجها می‌باشد. از آنجا که در این گونه موارد کمبود فضا همواره مشکل ساز بوده و به علت اینکه این سامانه در زمین دفن می‌گردد لذا مشکل فوق را تا اندازه بسیار زیادی حل نموده است.

۲ . در شهرها و شهرک‌های بزرگ می‌توان با نصب این سامانه برای هر واحد مسکونی عمل تصفیه را انجام داده و پساب تصفیه شده را وارد محیط نمود که در این حالت نیاز به خط جمع‌آوری نداریم اما اگر تصفیه ثانویه پسآبها مورد نظر باشد می-توان با یک تصفیه ساده که مهمترین بخش آن را تصفیه شیمیایی تشکیل می‌دهد از پسابها می‌توان به نحوه بهتری استفاده نمود.

۳ . در سامانه تصفیه خانه‌های بزرگ بهداشتی و اکثرا" صنعتی که نیاز به کاهش بار آلودگی توسط سامانه بی‌هوازی دیگر از قبیل رآکتور UASB، لاگونهای بی‌هوازی و.....به نحوه مطلوب جوابگو نبوده و راه‌اندازی و راهبری آنها مشکلات خاص خود را دارا می‌باشند لذا اکثرا" از این سامانه استفاده می‌شود.

۴. بهترین و شاید جالب‌ترین عملکرد این سامانه در مورد فاضلاب‌های مناطق روستایی است. در این مناطق بخصوص در زمان کاهش بارندگی از پساب خروجی این سامانه می‌توان به بهترین نحو جهت آبیاری مزارع استفاده نمود.

سامانه بسته تصفیه بی‌هوازی (ایمهاف تانک)

تاریخچه:

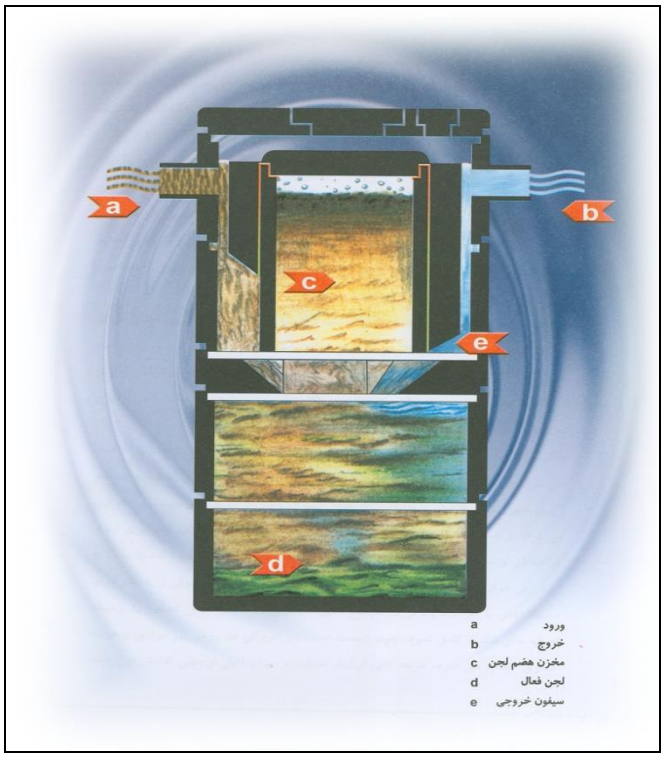
سامانه راکتور تصفیه فاضلاب بروش بی‌هوازی (ایمهاف تانک) با ابتکار دانشمند روسی (مهندس ایمهاف) در سال ۱۹۶۷ به صنعت آب و فاضلاب دنیا معرفی گردید. سیر بسیار موفق تجاری را سریعا" طی نمود. استفاده از این سامانه در طی سالهای دهه ۷۰ میلادی خدمت بزرگی به کشورهای پیشرفته خصوصا" در مناطق با بالا بودن سطح آب زیر زمینی و مناطق روستائی آنها ارائه نمود. این فنّاوری در سال ۱۳۵۴ توسط مهندس رافائلو براندی تحت نام شرکت ماپردیل از کشور ایتالیا به ایران وارد شد. از این سال به بعد برای توسعه کار مبادرت به اخذ تائیدات ملی و همراهی دانشگاهها از طریق انجام آزمایشات و تائید عملکرد تصفیه از روی مقادیر بدست آمده انجام گردید. و تا کنون بیش از ۱۵۰۰۰ دستگاه در سطح کشور در ساختمانهای

مسکونی، ادارات، مراکز آموزشی دانشگاهی، خوابگاههای دانشجوئی، پادگانهای نظامی، مراکز فرهنگی و پارکها نصب و راه اندازی گردیده است. **(نتایج آزمایشات بعمل آمده ضمیمه طرح می‌باشد.)**

ایمهاف تانک چیست ؟

ایمهاف تانک یک نوع تصفیه خانه تک واحدی است که تصفیه مکانیکی (ته نشینی) و تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی همزمان در آن انجام می‌گیرد. ایمهاف تانک تشکیل شده است از انباره سرپوشیده‌ای که معمولا با بتن آرمه و در ابعاد کوچک آن با مواد پلاستیکی ساخته می‌شود. فاضلاب پس از ورود به انباره و به علت کاهش سرعت جریان آن قسمتی از مواد معدنی معلق خود را به صورت ته نشینی از دست می‌دهد و از سوی دیگر انباره بیرون می‌رود. درجه آلودگی فاضلابی که از انباره بیرون می‌رود تقریبا معادل درجه آلودگی فاضلاب بیرون آمده از استخرهای ته نشینی نخستین می‌باشد. مواد ته نشین شده به صورت لجن در کف انباره با کمک باکتری‌های هوازی هضم می‌شود. به طوری که انباره حداکثر یک تا دو بازه زمانی نیاز به خالی کردن پیدا می‌کند. سپتیک تانک برای تصفیه فاضلاب یک ساختمان و یا مجتمعی از چند ساختمان مسکونی به کار می‌رود. طول انباره‌های استوانه‌ای شکل را معمولا ۲ تا ۴ برابر آن انتخاب می‌کنند. عمق موثر برای انباره حداقل ۱/۲ متر می‌باشد.

در انباره‌های بزرگ عمق را باید از نظر اقتصادی در حدود ۲ تا ۳ متر انتخاب کرده و بعلاوه فاصله سطح فاضلاب تا سقف انباره باید ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر باشد. برای زلال سازی بهتر فاضلاب معمولا انباره‌ها را از دو قسمت و یا یک قسمت می‌سازند حجم قسمت اول را دو برابر قسمتهای بعدی انتخاب می‌کنند تا اینکه اولا تا حدودی نوسانهای فاضلاب را جبران نمایند و دوم آنکه مواد جامد بیشتری در آن ته نشین گردد.



در آمریکا حجم ایمهاف تانک را به صورت زیر حساب و تعیین می‌کنند:

الف- اگر دبی فاضلاب کم و تا حدود دو متر مکعب در شبانه روز باشد ظرفیت انباره را حداقل ۳ متر مکعب انتخاب می‌کنند.

ب- در صورتی که دبی فاضلاب بین ۲ تا ۶ متر مکعب در شبانه روز باشد حجم انباره را معادل ۱/۵ برابر دبی فاضلاب در یک شبانه روز انتخاب می‌کنند.

روشن است اگر دقت کافی در بکارگیری مصالح اختلاط و نگهداری بتن حمل و شرایط محیطی کنترل در ریختن بتن و هواگیری و ...مبذول نگردد به ویژگیهای مطلوب دست نخواهیم یافت.

خرابی و از هم پاشیدگی تعدادی از سازه‌های بتنی و پایین آمدن طول عمر مفید این قبیل سازه‌ها بیانگر این حقیقت است که مهندسین و دست اندرکاران این صنعت باید از دانش علمی و تجربه کافی در ارتباط با خواص و شرایط بتن برخوردار باشند و نکاتی نظیر شرایط محیطی آب و هوا و نحوه اختلاط درصدهای بکارگیری مواد و غیره را مورد توجه قرار دهند.

در گذشته‌ای نه چندان دور فنّاوری بتن، یک امر تجربی بوده است ولی با پیشرفت دانش بشری، مطالعات و تحقیقات انجام گرفته بر روی مسائل شیمیایی، فیزیکی بتن و مصالح آن و بررسی رفتار بتن با شرایط مختلف نظریه‌های مختلفی برای آن وضع شده است و استانداردهای معروفی نظیر BS انگلستان MSTM و ازACI آمریکا برای آن تدوین شده است. بتن ماده چسبنده‌ای اتلاق می‌شود که خاصیت سیمانی داشته و می‌توان برای ساخت بتن از نظر مخلوط سازی اجزا بتن بی‌نهایت فرمول با مصالح مختلف ارائه داد و در یک تعریف کلی بتن را عموما حاصل فعل و انفعال سیمان و آب می‌دانند. بتن ممکن است از انواع مختلف سیمان سرباره کوره‌ها گوگرد مواد افزودنی پلیمرها الیاف و غیره تهیه شود و نیز در نحوه ساخت آن ممکن است از حرارت بخار آب اتوکلاو و خلاء فشارهای هیدرولیکی و متراکم کننده‌های مختلف استفاده گردد. در یک حالت عمومی بتن را مخلوطی مناسب از سیمان و آب سنگدانه و مواد افزودنی می‌دانند.

یک سازه بتنی از سه قسمت سیمان، آب و سنگدانه مواد افزودنی تشکیل می‌شود که از هیدراتاسیون سیمان و آب ماده چسبنده‌ای حاصل می‌آید که سنگدانه‌ها و مواد افزودنی متفاوت دیگر در آن قرار می‌گیرند. خاصیت سنگدانه‌ها و مواد افزودنی دیگر هم در پایین آوردن ضریب حجمی مخلوط است و هم قیمت کل سازه را نیز کاهش می‌دهند.

برای ساخت بسته تصفیه بی‌هوازی از بتن آماده استفاده می‌شود و مراحل ساخت به قرار ذیل است:

جهت ساخت این محصول قالبهای پیش ساخته به کار می‌رود ابتدا قبل از وارد کردن بتن به داخل قالبها لازم است این قالبها با روغن سوخته آغشته شده تا باز کردن قالب به هنگام سخت شدن بتن آسانتر باشد بتن توسط بتونیرها ساخته می‌شود و

وقتی مخلوط مناسب به دست آمد توسط کارگر و یا جرثقیل سقفی به نزدیک قالب جهت بتن ریزی حمل می‌گردد. لازم است قبل از آنکه بتن ریخته شود اسکلت آرماتوری ساخته شده از قبل توسط عوامل جوشکار در جای خود در قالب کار گذاشته شود و بعد عملیات بتن ریزی توسط کارگر انجام می‌گیرد. به منظور ایجاد یکنواختی مناسب در امر بتن ریزی لازم است از لرزانده (ویبراتور) نیز استفاده شود و نکاتی که باید حتما به هنگام استفاده از این نوع دستگاهها مورد توجه قرار گیرد به قرار ذیل است:

لرزاندن و ارتعاش بتن توسط دستگاه لرزاننده (ویبراتور) منجر به حذف هوای محبوس و نزدیک کردن ذرات جامد به یکدیگر اطلاق می‌شود. بدین وسیله مخلوط‌ها خیلی خشک و چسبنده در مقایسه با روش دستی به خصوص متراکم شده و بتنی با مقاومت خوب و سیمان کمتر حاصل می‌شود. با استفاده از مخلوط مناسب و نیروی انسانی ماهر، دو روش تراکم با دست و با دستگاه لرزاننده می‌توان بتن با کیفیت خوب به دست آورد. در روش دستی و با استفاده از میله تراکم ناکافی سبب ضعف بتن می‌شود. در حالی که در استفاده از دستگاههای مرتعش کننده تراکم ناکافی همه قسمتهای بتن غیر یکنواختی نتیجه می‌دهد و گاه لرزاندن زیاد سبب جدایی دانه از ملات می‌گردد که این مساله کاربرد مخلوط نسبتا سفت و یا دانه بندی مناسب قابل پیشگیری است.

بعد از انجام عملیات بتن‌ریزی و لرزاندن این قالبها به مدت یک روز کنار گذاشته می‌شوند و بعد از این مدت، قالبها توسط کارگران از هم باز می‌شوند. قطعات ایمهاف تانک به دست آمده برای سخت شدن بیشتر رو به افزایش مقاومت بتن به استخر آب و یا به اتاق بخار هدایت می‌شوند و حدود یک روز در این مکان باقی می‌مانند. بعد از انجام این مراحل قطعات سپتیک تانک به فضای آزاد اطراف کارگاه حمل می‌شوند و در آنجا حدود ۱۰ تا ۱۵ روز به آنها آب داده می‌شود سپس عملیات لکه گیری روی آنها انجام می‌گیرد و در فضای آزاد انبار می‌شوند.

جهت مونتاژ قطعات و آب بندی از مخلوطی که شامل چسب و سیمان است استفاده می‌گردد و قطعات به وسیله این مخلوط یا در کارخانه و یا در محل نصب مونتاژ می‌گردد و در نهایت از آب پر می‌شوند و آزمایش می‌گردند.

مبانی طراحی و کاربرد سامانه:

این بسته یک نوع تصفیه‌خانه غیرمکانیکی تک واحدی است که تصفیه مکانیکی و تصفیه زیستی به کمک باکتریهای بی‌هوازی همزمان در آن انجام می‌گیرد و زمان ماند ۲۴ ساعت(یکروز) برای آن در نظر گرفته شده است ته نشینی همراه با آن از طریق تصفیه بیو شیمیایی و به کمک میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی صورت می‌گیرد. در طراحی این بسته کوشش به عمل آمده تا مرحله اسیدی زودگذر باشد و فرآیند هضم لجن بیشتر به صورت متانی و در حالت قلیائی انجام پذیرد. این دستگاه جهت تصفیه فاضلاب یک واحد تا بی‌نهایت واحد مسکونی از طریق موازی کردن کاربرد عملی دارد. لازم به توضیح است که ظرفیت شبکه فوق‌الذکر در صورت افزایش هر تعداد واحد مسکونی به راحتی با حداقل هزینه قابل تطبیق خواهد بود.

مشابه این سامانه در روش هوازی، سامانه‌های پیش ساخته هوازی جهت تصفیه فاضلاب است که در آن عمل هوادهی و ته نشینی توأماً در یک مخزن صورت می‌گیرد اما به علت بی‌هوازی بودن این فرایند دیگر نیازی به تزریق هوا توسط هواده نمی-باشد.

کاهش هزینه‌های مواد مصرفی (ترکیبات ازت و فسفر) انرژی مکانیکی، بار کمتر تخلیه و دفع لجن همراه با بالاتر بودن توان حجمی تصفیه فاضلاب انسانی، از ویژگی‌های اختصاصی این بسته می‌باشد. از آنجائیکه محصول این فرآیند بیولوژیک یک ترکیب گازی پرانرژی است، مقدار انرژی جذب شده توسط میکروارگانیسم‌ها برای تولید میکروارگانیسم‌های جدید به مراتب کمتر از روش هوازی می‌باشد. از این رو در این دستگاه، رسوب لجن به مراتب پائین‌تر از سایر سامانه‌ها می‌باشد، به طوریکه انباره دستگاه به طور متوسط ***هر ده سال یکبار*** احتیاج به تخلیه پیدا می‌کند.

به کارگیری این سامانه در کارخانه‌ها می‌تواند جایگزین چاه‌های جاذب باشد و از پساب حاصله می‌توان جهت مصارف آبیاری، هدایت به آب‌های سطحی و تخلیه به سامانه اگوی محلی بهره گرفت. با حذف مواد جامد فضولات پس از تصفیه در سامانه بی‌هوازی می‌توان از صرف هزینه‌های بالا جهت احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب جلوگیری نمود. در مناطق و مواردی که تصفیه کامل فاضلاب در نظر است، می‌توان ابتدا فاضلاب را به روش بی‌هوازی تصفیه و سپس عمل تصفیه را به وسیله تصفیه‌های ثانویه کامل نمود. چون قسمت عمده بار آلودگی در روش بی‌هوازی با هزینه کمتری حذف شده و هزینه کلی فرآیند تصفیه به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

تصفیه زیستی به کمک باکتری‌های بی‌هوازی

در صورتیکه به فاضلاب، اکسیژن نرسد، باکتری‌های هوازی رشد و فعالیت خود را از دست داده و در عوض باکتری‌های بی‌هوازی فعالیت خود را شروع می‌نمایند. کار باکتری‌های بی‌هوازی بر این اساس است که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی و معدنی موجود در فاضلاب به دست می‌آورند. بعبارت دیگر باکتری بی‌هوازی جزء گروه باکتری‌های ساپروفید هستند که مواد غذایی خود را برخلاف باکتری‌های انگلی از اجساد و پسماندهای موجودات زنده تأمین می‌کنند و به همین

دلیل این دسته از باکتری‌ها به کارگران تصفیه‌خانه فاضلاب معروفند. نتیجه فعالیت این دسته از باکتری‌ها، تجزیه مواد آلی ناپایدار و تبدیل آنها به نمک‌های معدنی پایدار و نیز گازهایی از قبیل هیدروژن سولفوره، گاز متان، گاز کربنیک و گاز ازت می‌باشد. بهترین روش استفاده از باکتری‌های بی‌هوازی در فرآیند تصفیه فاضلاب انسانی استفاده از مخزن‌های بسته هضم لجن می‌باشد. کار یگان تصفیه زیستی بی‌هوازی بسته، تشدید عملی است که به طور طبیعی در طبیعت رخ می‌دهد، با این تفاوت که با ایجاد محیط مناسب برای رشد و افزایش تعداد باکتری‌های بی‌هوازی و افزایش سرعت فرآیند تصفیه، مدت زمان تصفیه فاضلاب را که ممکن است به چندین روز برسد به چند ساعت کاهش می‌دهد.

از آنجا که مواد آلی فاضلاب‌ها منبع غذایی میکروارگانیسم‌ها هستند، تماس فاضلاب با تعداد بسیار زیادی از این میکروارگانیسم‌ها اساس کار جریان‌های تصفیه زیستی است تا آلوده کننده‌ها در زمان کوتاهی از آب حذف شوند.

نحوه عملکرد بسته بی‌هوازی

در بسته بی‌هوازی تولیدی عمل تصفیه به صورت فیزیکی و بیوشیمیایی انجام می‌پذیرد.

الف- اعمال فیزیکی:

فاضلاب خام پس از ورود به دستگاه از طریق کانال فضولات تقسیم شده و به جهت کاهش سرعت جریان، فضولات سبک به مخزن بی‌هوازی رانده می‌گردد و مواد سنگین و معلق به صورت ته‌نشین در کف انبار لجن انباشته می‌شود. جریان تلاطم در دستگاه باعث جابجایی مایع در دستگاه شده و بنابر قانون وزن مخصوص مایعات در سطوح مختلف ایستایی پیدا می‌کنند. آب تصفیه شده که در منبع آب می‌باشد، پس از مدتی مواد معلق بیشتری را از دست می‌دهد. با ورود هر مقدار فاضلاب به دستگاه به همان مقدار آب تصفیه شده از سیفون خارج می‌گردد. این عمل به دلیل اختلاف سطح لوله‌های ورودی و خروجی دستگاه به صورت غیرمکانیکی انجام می‌گیرد.

ب- اعمال بیوشیمیایی:

در جریان زیستی بی‌هوازی از تغییر و تبدیل پیچیده میکروبی برای تبدیل آلوده کننده‌های آلی به اسیداستیک و سپس گاز متان استفاده می‌شود (بیوگاز). حیات باکتری‌های بی‌هوازی براساس تأمین اکسیژن مورد نیاز خود از تجزیه مواد آلی و معدنی موجود درفاضلاب می‌باشد. در اثر تعفن و فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی دو مرحله تخمیر اسیدی و تخمیر متانی صورت می-گیرد که در مرحله اول ترکیبات آلی کربن‌دار و برخی مواد پروتئینی مورد تجزیه قرارگرفته و گازهای هیدروژن سولفوره (H_2S)، دی اکسید کربن (CO_2) و اسیدهای آبی تولید می‌شود. در این مرحله که باکتری‌های بی‌هوازی اسیدی شرکت فعال دارند، بر مواد آلی ازت‌دار کمتر تأثیر گذارده می‌شود.

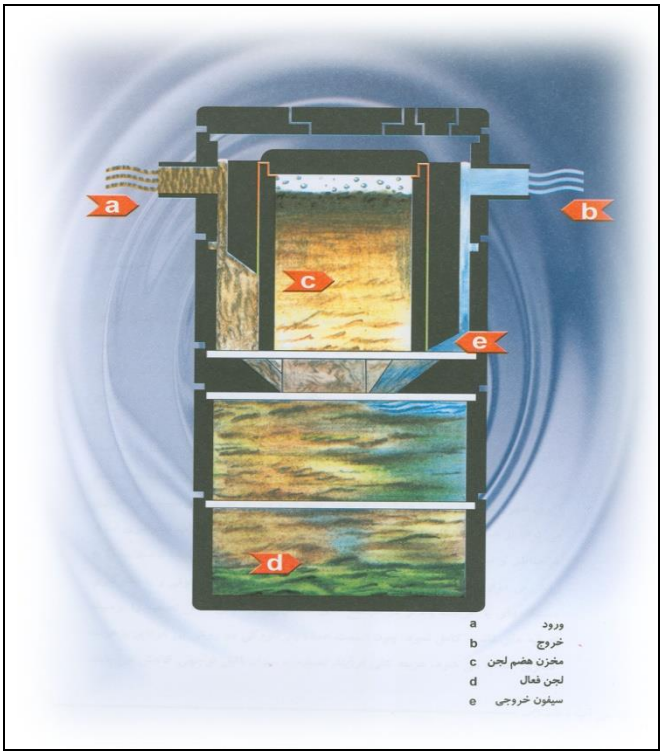
در مرحله دوم که به مرحله تخمیر متانی یا تخمیر قلیایی معروف است، با فعالیت گروه دیگری از باکتری‌ها که به باکتری‌های بی‌هوازی متانی معروفند، آغاز شده و علاوه بر ترکیبات آلی کربن‌دار ترکیبات آلی ازت‌دار نیز تجزیه و مقدار زیادی گاز متان (CH_4)، گاز کربنیک (CO_2) و کمی گاز ازت (N_2) تولید می‌گردد. خروج ازت زیستی فاضلاب به وسیله تغییر و تبدیل میکروبی انجام می‌گیرد. ازت آلی به آمونیاک تبدیل و سپس تعداد دیگری از میکروارگانیسم‌های هوازی، آمونیاک را به نیتریت متابولیزه تبدیل می‌کنند که در نهایت نیتریت متابولیزه به نیترات تبدیل می‌گردد.آمونیاک و نیتریت به عنوان منابع انرژی این دسته از میکروب‌ها هستند. سپس اگر این نیترات با باکتری‌هایی که فعالانه یک منبع انرژی آلی را در غیاب اکسیژن متابولیزه می‌کنند تماس یابد، نیترات به وسیله میکروب‌ها به گاز ازت تبدیل می‌شود و چون در آب نامحلول است، به آسانی از آب خارج می‌گردد. گاز (H_2S) که دارای بوی نامطبوع در سامانه های بی‌هوازی می‌باشد، در این بسته به واسطه وجود دو باکتری بکیاتواآلبا و تایلوباسیلوسی و وجود اکسیژن در مخزن هوازی به یکی از دو صورت زیر اکسیده شده و بوی خود را از دست می‌دهد.

$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S$$

$$2H_2S + 2O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

لازم به توضیح است که این اعمال در دو مرحله انجام می‌گیرد:

اول انجام اعمال تصفیه در قسمت محفظه بسته به مدت ۱۴ روز و دوم هضم فضولات ته‌نشین شده در انبار لجن که این فرآیند در مدت شش ماه انجام می‌گیرد.



تصویر نحوه ارتباط قسمتهای مختلف و عمل دستگاه را نشان می‌دهد.

اهمیت بکارگیری سامانه تصفیه فاضلاب بی‌هوازی در کشور (بالاخص شهر تهران):

نظر به اینکه دهه آینده دهه جنگ آب می‌باشد و دسترسی هر جامعه‌ای به آب سالمتر و بیشتر موجب بقای بیشتر و توسعه پایدار خواهد شد. لذا استفاده مناسبتر از آب موجود استفاده مجدد از پساب تصفیه شده فاضلاب‌های شهری و روستائی و سالم سازی آبهای زیرزمینی از ضروریات برنامه‌ریزی راهبردی کشورها می‌باشد. باید به این موضوع در شهر تهران کاوشگرانه و با دور اندیشی نگاه کرد، از جمله هم اکنون بیش از ٪۴۷ آب مصرفی تهران از طریق استحصال از چاه‌های آب تهران تامین می-گردد و اگر پروژه انتقال فاضلاب تهران از طریق اعتبار اخذ شده (با منت) از بانک جهانی با موفقیت به پایان برسد (طی ۲۰ سال آینده) و در انتهای آن نیز این موفقیت برای تصفیه فاضلاب تهران به انجام برسد (از طریق ساخت تصفیه خانه‌های بزرگ مرکزی) و پساب آن جهت مصارف کشاورزی آماده سازی گردد مشکلات خاصی بشرح زیر به پروژه مذبور بوجود خواهد آمد:

۱- با توجه به انتقال کلی پسابهای فاضلابی تهران به جنوب شهر و عدم بازگشت آن به سطح شهر کلیه چاه‌های مشروب تهران از آب دهی مناسبی که در حال حاضر برخوردار می‌باشد خارج شده و تهران با کمبود حداقل ٪۴۷ آب مشروب چاههای خود در حال حاضر و بیش از ٪۵۰ در آینده نزدیک روبرو خواهد شد.

۲- با توجه به روند پیشرفت فیزیکی شبکه فاضلاب شهر تهران و کندی حرکت پروژه و عدم تطبیق منابع مالی با روند رو برشد قیمتها بنظر می‌رسد پروژه مذبور حداقل ظرف ۳۰سال آینده به انجام برسد.

۳- ساخت تصفیه خانه‌های نهائی تهران با توجه به حجم عظیم فاضلاب تولیدی روزانه ابر شهر تهران پیشرفت فیزیکی در حدود ٪۱ داشته است که با توجه به بزرگی و عظمت پروژه نظر نگارنده بر این است که این مهم حداقل ظرف ۳۰ سال آتی به انجام نهائی برسد.

آب‌های زیرزمینی تهران آلوده است: **همشهری مورخ ۸۷/۶/۲۸**

مشاور امور محیط‌زیست شهردار تهران با اشاره به اینکه آلودگی آب‌های زیرزمینی تهران یکی از بزرگ‌ترین معضلات زیست‌محیطی این شهر است، گفت:

تهران از نظر سامانه فاضلاب در بین شهرهای جهان در ۱۰ شهر آخر قرار دارد.

هادی حیدرزاده، درباره وضعیت آب تهران خاطر نشان کرد: نبود سامانه فاضلاب در شهر تهران جزء اصلی‌ترین مشکلات زیست‌محیطی این شهر است، در حالی‌که مهم‌ترین لازمه طراحی و جانمایی یک شهر تامین فاضلاب آن است.

مشاور شهردار تهران در گفت‌وگو با فارس، افزود: نبود فاضلاب شهری و آلودگی آب‌های زیرزمینی مهم‌ترین مشکلی است که دیده نمی‌شود. سامانه تصفیه فاضلاب در تهران وجود ندارد و به‌طور مستقیم آب فاضلاب وارد آب‌های قنات و زیرزمینی‌مان می‌شود. از سوی دیگر با توجه به کاهش نزولات جوی در تهران، آب‌های زیر زمینی همواره یکی از منابع تامین آب محسوب می‌شود و این حساسیت موضوع را نشان می‌دهد.

وی تصریح کرد: با اعتباراتی که دولت به بخش آب می‌دهد تا ۶۰ سال آینده هم شبکه آب و فاضلاب تهران تکمیل نمی‌شود و این یک بحران است. وی یادآور شد: زمانی که طرح جمع‌آوری فاضلاب شهر تهران مطرح شد ۱۵ سال قبل از استقلال کشور قطر، ۱۲ سال قبل از استقلال بحرین و ۱۷ سال قبل از استقلال پاکستان بوده است.

در حال حاضر این کشورها هم استقلال پیدا کرده‌اند و هم شبکه فاضلاب دارند و ما هنوز شبکه فاضلاب نداریم. مشاور شهردار تهران افزود: ما در زمینه داشتن شبکه فاضلاب که مهم‌ترین عامل زیست‌محیطی است، جزء ۱۰شهر آخر دنیا هستیم که این یک بحران زیست‌محیطی است.

حیدرزاده در باره آب‌های زیرزمینی تهران نیز گفت: آب‌های زیرزمینی تهران، هم آلودگی شیمیایی و هم آلودگی میکروبی دارد و مهم‌ترین دلیل آن نبود شبکه فاضلاب و وجود صنایع در شهر است.

وی گفت: درباره فاضلاب خانگی نیز حتما باید شبکه فاضلاب راه‌اندازی شود. در حال حاضر، در هر شبانه‌روز ۴۲ تانکر چاه‌های فاضلاب خانگی را تخلیه و در زمین‌های کشاورزی اطراف تهران یا نهرها و مسیل‌ها تخلیه می‌کنند.

مشکلات حاضر دفع غیر صحیح فاضلاب شهری تهران:

در اکثر مناطق ۲۴گانه شهرداری دفع سنتی فاضلاب (چاه جاذب) با توجه به وسیع شدن شهر تهران و تغییر بافت زیر زمینی تقریبا" عملی نمی‌باشد این مورد به سه دلیل زیر در شهر تهران بوجود آمده است:

۱- با توجه به توسعه یافتن شهر تهران به سمت شمال شهر (کوهستان البرز) و بافت سنگی منطقه شمالی شهر و عدم جذب پذیری فاضلاب در زمینهای سنگی عملا" ایجاد چاه جاذب در مناطق یاد شده عملی نمی‌باشد.

۲- استفاده حدود ۷۰سال واحدهای ساختمانی تهران از چاه‌های جاذب در سطح شهر تهران باعث گردیده است جذب مناطق مرکزی و جنوبی شهر نیز با توجه به تزریق بالای فاضلاب به لایه‌های زیر زمینی سطحی (در حدود ۲۰متر) چشمه‌های جاذب را مسدود نماید و ایجاد چاه جاذب جدید در اکثر مناطق شهر تهران مقدور نمی‌باشد.

۳- در برخی از مناطق شهرداری مانند مناطق ۱، ۲، ۴، ۱۱، ۲۰، و..... بالا بودن آب سطحی (۲- الی ۳-) متر عملا" ایجاد چاه جاذب فاضلاب را منتفی نموده است.

ساختار و نحوه استقرار سامانه:

با توجه به نوع سامانه و مکان مورد اجراء و با در نظر گرفتن این مطلب که هیچگونه محدودیتی در نحوه استقرار آن موجود نمی‌باشد می‌توان این سامانه را در زمینهای سنگی، مناطقی که سطح آبهای زیر زمینی بالاست، محوطه فضای سبز و در زیرزمین واحدهای مسکونی اجراء و نصب نمود.

نحوه نصب:

۱- بصورت تک واحدی جهت واحدهای مسکونی با توجه به حجم فاضلاب تولیدی و هدایت پساب به چاه جاذب.

۲- سامانه مورد نظر را می‌توان بصورت موازی با فاضلاب مجتمع‌های مسکونی و شهرک‌ها نصب نمود. البته لازم به ذکر است که می‌توان فاضلاب خروجی را از تک تک واحدها جمع کرده و سپس با موازی نمودن سامانه، پساب را تصفیه نمود. و یا اینکه سامانه را برای هر یک از واحدها نصب کرده و پساب خروجی را توسط خطوط انتقال به مکان مورد نظر هدایت نمود. که بنا به وضعیت منطقه و شرایط موجود می‌توان پسآب را به چاههای جاذبی که به لایه‌های شنی زمین رسیده باشد و ترد ساخته، و یا اینکه آنرا در آبیاری زمینهای کشاورزی استفاده نمود.

ساختار:

راکتور طراحی شده از جنس بتن مسلح با عیار ۴۰۰ کیلو گرم سیمان ضد سولفات در متر مکعب می‌باشد. تسلیح بتن به وسیله یک شبکه آرماتور ۶و ۸ بصورت عمودی و افقی جوشکاری شده تهیه می‌گردد. قطر بدنه بتن آن ۸ سانتیمتر می‌باشد. قطعات پس از تولید با توجه به شرایط موجود مونتاژ، تست و آب بندی می‌شوند. این قطعات جهت نصب می‌توانند بصورت مونتاژ شده حمل و یا اینکه بصورت قطعات جدا از هم در آمده و در محل مورد نظر پس از حمل مونتاژ گردند.

عملیات مونتاژ نیز باید با دقت صورت گیرد تا اینکه کوچکترین منفذی در سامانه وجود نداشته باشد. لازم به ذکر است که بند کشی سامانه نیز می‌باید با سیمان ضد سولفات انجام پذیرد.

به دلیل تغییرات جوی و نیاز به حرارت ثابت جهت فعالیت میکروارگانیسم‌ها و عدم خورندگی بتن می‌توان از یک یا دو لایه رنگ آمیزی پرایمر داخلی و خارجی و یک لایه عایق حرارتی ایزوگام (LA4) برای جلوگیری از خورندگی در محیط‌هایی که در آنجا ایزولاسیون بتن لازم است استفاده نمود.

استاندارد در ساختار بتن:

از آنجا که ساخت این قطعات در کارگاه انجام می‌پذیرد لذا کنترل کیفیت مصالح و اختلاط درصد شن و ماسه آنها الزامی می‌باشد. تسلیح بتن بوسیله آرماتور ساده و بصورت شبکه mesh با فاصله ۲۵ سانیمتر و با حداقل مقاومت گسیختگی برابر ۲۱۰۰کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کاملا فراهم بوده و مقاومت مورد نیاز قطعات تأمین می‌گردد.

ضمنا" بعلت استفاده از قالب‌های فلزی در ساخت این قطعات شکل هندسی آنها کاملا" دقیق بوده و از نظر هیدرولیکی از کیفیت بالایی برخوردار است و مضافا" عبور هر چه بهتر فاضلاب از یک سو و سهولت باز بینی را هرچه بهتر فراهم می‌سازد. کلیه تولیدات به صورت مونتاژ شده یا قطعات منفصل با توجه به وزن محدود آنها قابل حمل و نصب سریع وآسان است اجرای آن بدون نیاز به تعمیر و نگهداری یا حداقل سرمایه‌گذاری اولیه و اشغال حداقل فضا با زیر سازی (فونداسیون) ساده می‌باشد. بتن به تنهایی در برابر خورندگیهای گوناگون مقاومتی ندارد و در صورتی که بطور مناسب پوشش نشود براحتی از بین می‌رود و به همین سبب تدابیری به شرح زیر جهت حفاظت از آن در نظر گرفته شده است:

۱- استفاده از سیمان ضد سولفات حاوی میکروسیلیس در تولیدات که منجر به بالا بردن مقاومت فشاری و کنشی بتن و نفوذ پذیری را کم و آن را در مقابل حملات شیمیایی محافظت می‌کند. ضمنا" خواص الکتریکی بتن را نیز تغییر داده و مانع از خورندگی آرماتور می‌شود.

۲- استفاده از یک لایه عایق ایزوگام برای پوشش خارجی بتن، حفاظت از آن در مقابل خورندگی خاک و خواص شیمیایی آن صورت می‌گیرد.

۳- استفاده از فاصله‌گذاری گرد دیواری Speacer circula در شبکه مش ایجاد شده که به جهت پوشش مناسب بتن در اطراف میلگرد و جلوگیری از چسبندگی میلگرد به دیواره قالب خواهد بود.

جدول مشخصات فنی بسته تصفیه فاضلاب:

مدل	گذر حجمی Lit/day	قطرخارجی Cm	قطرداخلی Cm	ارتفاع cm
A1	2000	114	100	230
A2	3000	114	100	280
A3	4000	114	100	380
A4	5000	166	150	230
A5	6000	166	150	280
A6	7000	166	150	330
A7	8000	166	150	380
A8	9000	166	150	430
A9	10000	166	150	480

مزایای استفاده از سامانه تصفیه فاضلاب بیولوژیکی بی‌هوازی:

۱- عدم نیاز به قطعات مکانیکی و بی نیازی از تعمیر و نگهداری

۲- انطباق کامل با الزامات قوانین و مقرارت محیط زیست

۳- حذف عملیات گسترده ساختمانی و تاسیساتی

۴- جلوگیری از اختلاط فاضلاب و آبهای زیر زمینی به هنگام بالا آمدن سطح آبهای زیر زمینی

۵- عدم نیاز به جابجایی یا استقرار در محل‌های خاص (با توجه به اینکه کل سامانه تصفیه در زیر زمین قرار می‌گیرد).

۶- امکان ایجاد فضای سبز روی سامانه تصفیه فاضلاب به لحاظ زیبا سازی

۷- حفظ بهداشت محیط زیست و عدم آلودگی از لحاظ انتشار بو به خاطر بسته بودن سامانه

۸- اقتصادی بودن این سامانه نسبت به سایر سامانه‌های تصفیه فاضلاب

۹- تخلیه رسوب لجن بطور متوسط هر ده سال یکبار

۱۰- مصارف پساب حاصله برای کشاورزی، آبیاری و.....

۱۱- جلوگیری از هزینه‌های بالای احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب

۱۲- طراحی و تولید و ساخت در داخل کشور بدون نیاز به فنّاوری خارجی

۱۳- عدم استفاده از انرژی حرارتی و در صورت نیاز تولید انرژی برق

نحوه محاسبه ظرفیت تصفیه پذیری سامانه:

با توجه به استانداردهای موجود در کشور حجم فاضلاب انسانی بشرح ذیل قابل محاسبه می‌باشد:

۱- واحدهای مسکونی: هر واحد مسکونی شامل ۵ نفر تولید کننده فاضلاب محاسبه می‌گردد. جهت هر نفر ۲۰۰ لیتر تولید فاضلاب در ۲۴ ساعت شبانه روز محاسبه می‌گردد تولید فاضلاب یک واحد مسکونی ۱۰۰۰ لیتر /شبانه روز محاسبه می‌گردد.

۲- برآورد میزان تولید واحدهای اداری، تجاری،آموزشی، فرهنگی، تولیدی (کارخانجات) سرانه نفر ۱۰۰ لیتر در شبانه روز محاسبه می‌گردد.

۳- مراکز نظامی (آموزشی)، خوابگاه‌های دانشجویی، دانش آموزی، هتل‌ها، مراکز جهانگردی و مراکز پزشکی درمانی میزان تولید فاضلاب بر مبنای نفر سرانه ۲۵۰ لیتر در شبانه روز محاسبه می‌گردد.

۴- مراکز تفریحی (سینما - تئاتر - کتابخانه)، پارکها. سرانه تولید فاضلاب شبانه روز ۵۰ لیتر محاسبه می‌گردد.

جدول انتخاب ظرفیت سامانه جهت مراکز جمعیتی تعریف شده:

مدل	گذر حجمی Lit/day	ردیف ۱		ردیف ۲	ردیف ۳	ردیف ۴
		واحد مسکونی	جمعیت معادل نفر	نفر	نفر	نفر
A1	۲۰۰۰	۲	۱۰	۲۰	۸	۴۰
A2	۳۰۰۰	۳	۱۵	۳۰	۱۲	۶۰
A3	۴۰۰۰	۴	۲۰	۴۰	۱۶	۸۰
A4	۵۰۰۰	۵	۲۵	۵۰	۲۰	۱۰۰
A5	۶۰۰۰	۶	۳۰	۶۰	۲۴	۱۲۰
A6	۷۰۰۰	۷	۳۵	۷۰	۲۸	۱۴۰
A7	۸۰۰۰	۸	۴۰	۸۰	۳۲	۱۶۰
A8	۹۰۰۰	۹	۴۵	۹۰	۳۶	۱۸۰
A9	۱۰۰۰۰	۱۰	۵۰	۱۰۰	۴۰	۲۰۰

نحوه محاسبه بهای سامانه پیشنهادی:

مدل	ظرفیت حجمی Lit/day	مبلغ بریال
A1	2000	7000000
A2	3000	7500000
A3	4000	8000000
A4	5000	8500000
A5	6000	9000000
A6	7000	9500000

10000000	8000	A7
10500000	9000	A8
11000000	10000	A9

تجربيات موفق شهرهای بزرگ دنيا با توجه به فنّاوری روز

تحقيق موردی در باره كاربرد سامانه تصفيه بيو گاز در كشور چين

دفتر انرژی روستايی ميانژو، سيچوان، وانگ يونگژی، وانگ هو

دفتر حفاظت محيط زيست ميانژو ، سيچوان ، اويانگ يونچون

سامانه تصفيه بيو گاز دستگاهي است براي تصفيه فاضلاب خانگي شهري كه مواد سمي را جدا نموده، زوائد را كاهش داده، فاضلاب را كاهش داده و از تركيب فاضلاب با مواد مغذي جلوگيري مي‌كند. اين سامانه بگونه‌اي طراحي شده كه با مجموعه بيو گاز، پروژه تخليه هرز آب و قوانين بهداشتي مطابقت داشته باشد. اين سامانه نه تنها يك جداكننده آلودگي است بلكه دستگاهي كوچك براي تصفيه فرعي است. دفتر انرژي روستايي ميانژو كار تحقيقي خود را جهت تصفيه فاضلاب خانگي شهري با كاربري فنّاوري تصفيه بيوگاز آغاز نمود. تجربيات مكرر روي فاضلاب نشان داد ميزان جداسازي ياخته هاي آلوده۹۹/۹ درصد است كه حدود ۷۷ درصد از آن مربوط به باكتريهاي آلوده روده بزرگ است. ميزان جداسازي مولفه هاي بنياني از قبيل:

COD , BOD , SS , TS و كروما به ترتيب ۹۵/۶، ۹۸/۳ ،۹۳/۹۸،۹/۲ و ۹۳/۶ مي‌باشد. تمامي مقادير جداسازي شده به استانداردهاي بهداشتي GB7959-87 مربوط به كود كشاورزي بي ضرر دست يافته و همچنين به سطح اوليه استانداردهاي GB8978-88 براي تخليه مخلوط فاضلاب دست يافته است. از سال ۱۹۸۸ فنّاوري تصفيه بيوگاز مربوط به آبريزگاههاي شهري، اقامتگاهها، ساختمانها، هتل‌ها و منظرگاهها بكارگرفته شده است. تا پايان سال ۲۰۰۰ مجموعا ۸۵۰ دستگاه تصفيه بيوگاز در چند شهرك، مراكز مسافرتي و بيمارستانها نصب شد كه ۴۵ هزار تن فاضلاب را روزانه تصفيه مي كند كه ۹۲ درصد كل شهر را پوشش مي‌دهد.

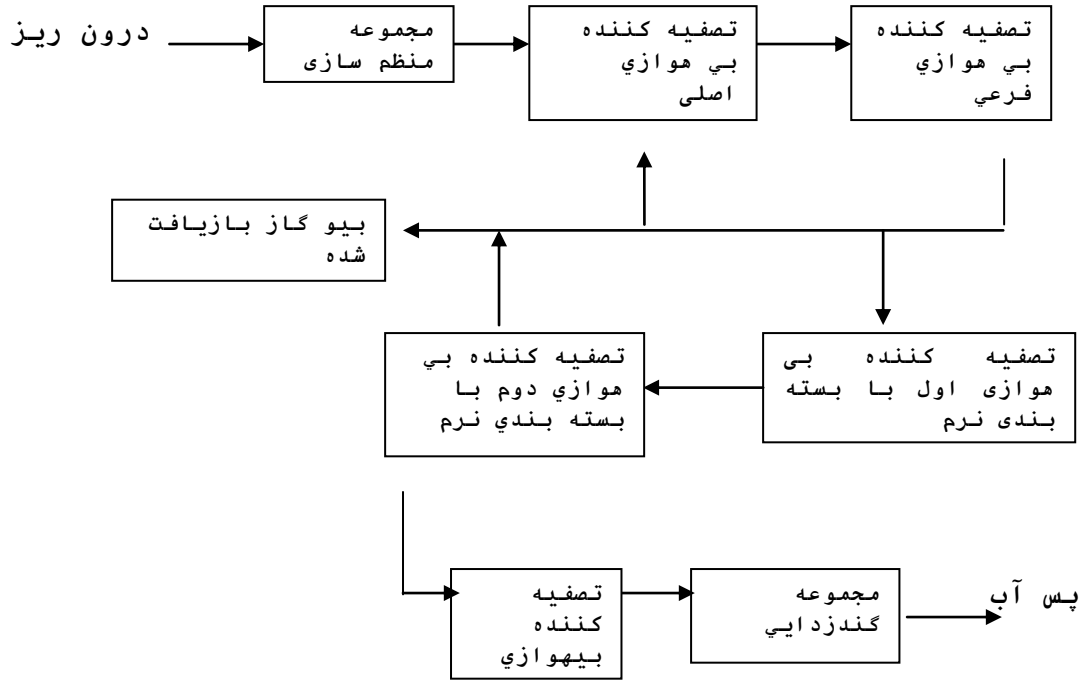
۱- خصوصيات فنی سامانه تصفيه بيوگاز

سامانه تصفيه بيوگاز شامل يك استخر پيش تصفيه و يك استخر پس از تصفيه مي‌باشد. استخر پيش تصفيه به دو مرحله اصلي و فرعي تقسيم مي‌شود كه هر دو شامل مخازن تصفيه بي‌هوازي مي‌باشند. تفاوت اين دو مخزن در لوله-

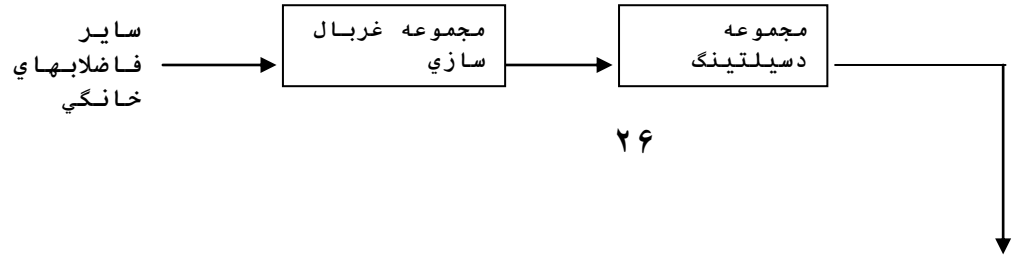
هاي pvc است كه در مخزن فرعي اين لوله‌ها ثابت هستند و فضاي بين هر كدام ۲۰۰ سانتي متر است تا بصورت بسته بندي نرم تغذيه شوند. استخر پس از تصفيه براي صافي نمودن بكار مي‌رود. نسبت ابعادي استخر اصلي، استخر فرعي و استخر فليتر سازي ۴ به ۳ به۳ مي‌باشد. عامل در نظر گرفته شده جهت تعيين ابعاد براي هر ۰/۵ تا ۰/۷ مترمكعب است. در فاضلاب انساني و فاضلاب ناشي از شست وشوي خانگي چگالي مولفه هاي بنياني، باكتريهاي مختلف و ياخته‌هاي آلوده به نسبت كم مي‌باشد. تنها زمانيكه ابعاد تصفيه كننده توسط HRT (زمان نگهداري هيدروليكي) و مداومت تخليه بيومس تعيين مي‌شود مولفه‌هاي بنياني مي‌توانند كاهش يابند و تمام انواع باكتريها و ياخته‌هاي آلوده كشته شوند.

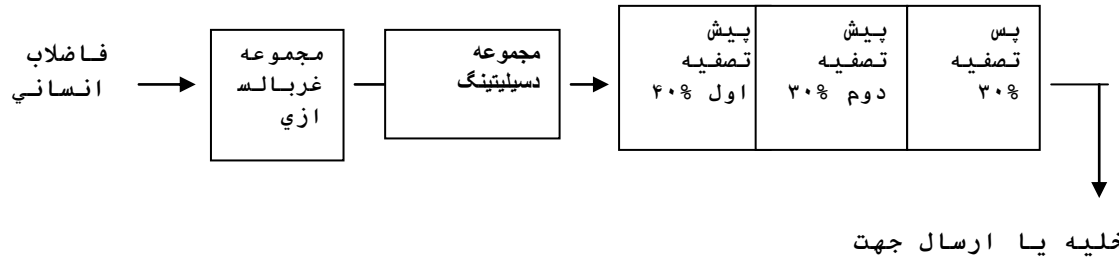
مراحل فنی

فاضلاب خانگي شهري توسط مراحل زير تصفيه مي‌شوند:



i. شبكه فاضلاب داخلي بصورت انشعابي توزيع مي‌شود. يعني فاضلاب توالت و ساير فاضلابهاي خانگي در سامانه‌اي مجزا توزيع مي‌شوند.





ii. HRT براي فاضلاب انساني طولاني‌تر است. تصفيه فاضلاب خانگي مي‌تواند نيازمندي بهداشتي و حفاظت محيط زسيت را برآورد نموده و بيوگاز را به عنوان منيع انرژي سوختني بازيافت كند.

۱- نحوه عملكرد

تصفيه فاضلاب بي هوازي سلولهاي بنياني را كاهش مي‌دهد و توسط باكتريهاي بي هوازي كه بدون اكسيژن زندگي مي‌كنند، بيو گاز توليد مي‌كند. اين فرآيند همچنين انحلال بي هوازي ناميده مي‌شود اين فنّاوري بطور گسترده جهت كنترل آلودگي محيط زيست و استخراج استفاده مي‌گردد.

تخمير بيوگاز بسيار پيچيده است به لحاظ آنكه انواع گوناگوني از باكتريها تحت ماترسيمهاي متفاوت و شرايط ارتباطي پيچيده در اين فرآيند شركت دارند. از زمانهاي بسيار دور تاكنون، تخمير بيوگاز به ۲ مرحله تقسيم مي‌شده است. در مرحله اول تركيبات بنياني مركب به سلولهاي بنياني ساده تجزيه مي‌شوند و ذخيره سازي اسيدهاي بنياني ميزان PH را كاهش مي‌دهد بنابراين، اين مرحله، توليد اسيد ناميده مي‌شود. سپس سلولهاي بنياني ساده تخمير شده گاز متان مي-سازند. تحقيقات بعدي نشان داد كه نظريه تخمير بيو گاز شامل سه مرحله است. تنها تركيبات كمي از قبيل اسيد استيك، اسيد فرميك، H2 و Co2 اساسا توسط ميكروبها جهت توليد گاز متان پذيرفته مي‌شوند. بنابراين هضم بي‌هوازي معمولا به مراحل گدازش (مايع شدگي)، توليد اسيد و توليد متان تقسيم بندي مي‌شود.

i. گدازش (مايع شدگي)

تركيبات بنياني مركب از قبيل فيبر، پروتئين و چربي توسط باكتري هيدروليز كننده به ساخاري ساده تجزيه مي‌شوند. پروتئين به پلي پپتيد و اسيد آمينه، چربي به گلسيرين و اسيد چرب لايه‌اي و آميلوس به مونوساكريد و پلي‌ساكريد تجزيه مي‌شود. باكتريهاي هيدروليز كننده هيروتروفيك مي‌باشند و بطور گسترده در اطراف (محيط) محيط ما زندگي مي‌كنند.

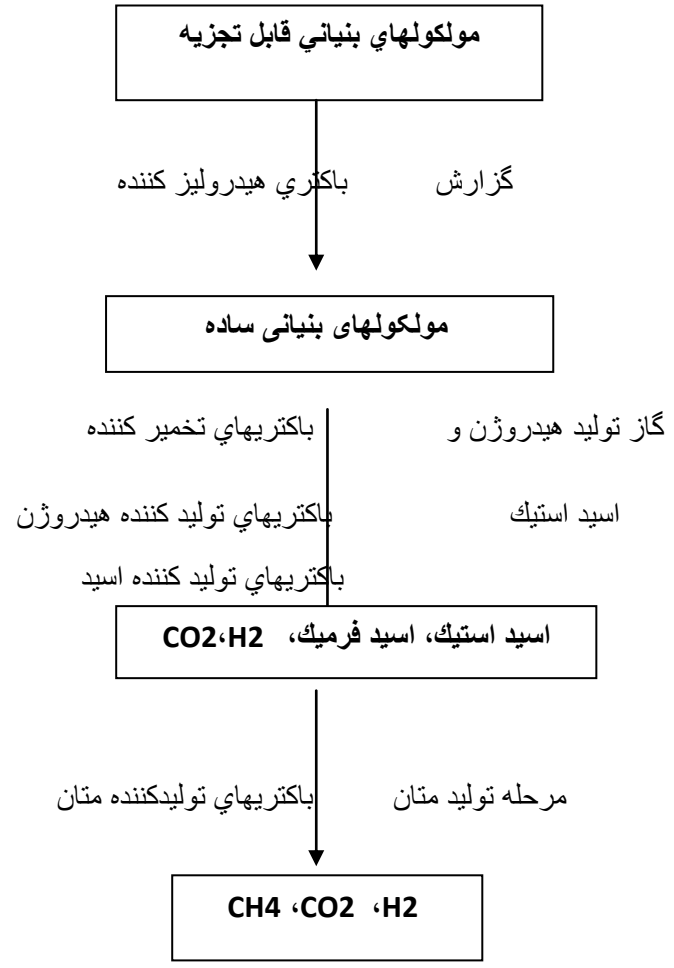
ii. توليد هيدروژن و اسيد استيك

اصولا مولكولهاي بنياني ساده توليد شده يا موجود در مواد توسط ميكروبها به H2 و Co2 تجزيه مي‌شوند كه اين باكتريهاي عامل، باكتريهاي توليد كننده هيدروژن و اسيد استيك مي‌نامند كه شامل باسيلوسين، ميكروگلوبال باكتريوم و سورومينـاس مي‌باشد.

iii. توليد متان

باكتري توليدكننده متان، با استفاده از اسيد استيك (اسيد فرميك)، H2 و Co2 متان توليد مي‌كند. دو روش براي توليد متان وجود دارد. در روش اول CH3 مستقيما با مولكول اسيد استيك واكنش داده و CH4 توليد مي‌كند و در روش دوم از اكسيد اسيون كاهش CO2 و H2 اين گاز توليد مي‌شود. حدود ٧٠% از متان از اسيد استيك و ٣٠% باقي از CO2 و H2 فراهم مي‌گردد.

باكتري توليد كننده متان نوعي باكتري بي هوازي خاص است كه شكل ظاهري يكسان و انواع مختلفي دارد. بعضي از انواع معمولي اين باكتري عبارتند از متانوميكروبيوم، متانوسارسينا، متانوكوكوس و متانوتريكس. باكتريهاي توليد كننده متان به ميزان PH خاصي حدود ٧/٨ –٦/٨ نياز دارند و در اين بين ميزان ٧/٢ – ٦/٨ بهترين ميزان است. چنين باكتريهايي تنها با درجه حرارت پايين سازگاري دارند. اين باكتريها در درجه حرارت خاصي كشت مي‌شوند و جهت آغاز فرآيند تجزيه فاضلاب درجه حرارت ٢-١ درجه بايد كاهش داده شود. اين باكتريها مي‌توانند بسيار سريع تكثير شوند و تكثير نوعي خاص از آنها به تنها ۴تا ۶ روز وقت نياز دارد.



همانطور كه در نمودار بالا ديده مي‌شود، تخمير بيوگاز نتيجه واكنش باكتريهاي توليد كننده متان و ساير باكتريها است. هيدروژن بين اين چند نوع باكتري تبادل مي‌شود. H2 توليد شده توسط ساير باكتريها جهت واكنش اكسيداسيون كاهشي CO2 به CH4 باكتريهاي توليد كننده متان مصرف مي‌شود.

باكتريهاي توليد كننده اسيد نسبت به باكتريهاي توليد كننده متان سازش بيشتري با دما و PH دارند و سريعتر تكثير مي‌شوند. به دليل اختلاف در سرعت تكثير و حساسيت به محيط اطراف، مرحله توليد متان سرعت كل فرآيند تخمير بيوگاز را محدود مي‌كند. در ضمن سرعت اضمحلال بي هوازي مولكولهاي بنياني مركب غير قابل تنزل نظير فيبرها وهمچنين گدازش هيدروليكي محدود مي‌شود.

مرحله محدود شدن سرعت در فرآيند توليد متان در طول تخمير شدگي وجود دارد تا ميزان و فعاليت باكتريهاي توليد كننده متان در فرآيند اضمحلال جهت تصفيه بي هوازي فاضلاب قابل ملاحظه باقي بماند. روش فني كل سامانه از دو جهت بهبود داده مي‌شود. اين روش جهت طولاني كردن HRT آب (براي ميانگين اضمحلال بي‌هوازي)، يا برگشت دادن لجن (براي روش تماس بي‌هوازي و UASB)، يا اضافه كردن بسته‌هاي ميكروبي (در محفضه فيلتر نمودن بي‌هوازي) پذيرفته مي‌شود. به دليل انكه در فاضلاب خانگي ميزان مواد معلق و چگالي CODcr قابل حل كم مي‌باشد روشي مركب از اضمحلال متوسط و فيلتر نمودن بي‌هوازي معمولا در تصفيه فاضلاب خانگي پذيرفته مي‌شود.

iv. انواع گوناگوني از پاتوژنها، كوليتيتر، ويروسهاي موجود در ياخته‌هاي سمي و همچنين مگسها و پشه‌هاي موجود در هوا را مي توان با روش بي هوازي از بين برد تا استاندارد ملي بهداشت تامين گردد. با تصفيه شيميايي اضافي مي‌توان فاضلاب را بيشتر تجزيه نمود و باكتريها را نابود كرد.

۲- خصوصيات سامانه تصفيه بيوگاز

i. پس انداز نمودن سرمايه دولتي با استفاده از سرمايه گذاري پراكنده از آنجاييكه سامانه تصفيه بيو گاز، فاضلاب خانگي را بطور جداگانه تصفيه مي‌كند، اساس ساخت آن بگونه‌اي است كه در مجاورت ساختمان بايد ساخته شود و نصب گردد و سپس مي‌توان از فريت سامانه تصفيه بيوگاز بهره گرفت.

ii. صرفه جويي در استفاده از زمين براي ساختن و بكارگيري سامانه تصفيه بيوگاز لازم نيست كه قطعه زمين خاصي در نظر گرفت. طراحان اين سامانه مي‌توانند از مكاني خالي، كنجي مرطوب، علفزار، كوچه يا خيابان (در صورت امكان) براي قراردادن آن استفاده كنند.

iii. بكارگيري مداوم با قيمت پايين جهت صرفه جويي در منابع انساني اين سامانه با استفاده از آجر و بتن تقويت شده، در زير زمين ساخته مي‌شود. اين سامانه به هيچ قطعه مكانيكي و نيروي برق نياز ندارد و هيچگونه انرژي مصرف

نمي‌كند. مايعات بطور خودكار وارد آن مي‌شوند. و بدون نياز به هيچگونه كنترل و مديريتي بطور مداوم كار مي‌كند. اين سامانه هر سه يا پنج سال توسط گروه فني پاكسازي مي‌شود.

iv. موثر باقي ماندن براي مدتي طولاني

فنّاوري سامانه تصفيه بيوگاز به حد بلوغ خود رسيده است. اين سامانه با استفاده از آجر و بتن تقويت شده بدون ابزارهاي مكانيكي و الكتريكي زير زمين ساخته مي‌شود. بنابراين بعيد است كه تحت تاثير شرايط جوي قرار بگيرد يا فرسوده شود. مدت استفاده از اين سامانه ۳۰ تا ۴۰ سال و بيشتر بوده و در تمام اين مدت پايدار و موثر مي‌باشد.

۳- مقايسه تاثير سامانه تصفيه بيوگاز با مجموعه تصفيه فاضلاب شهري

i. مزيت سرمايه گذاري: طرح ريزي شده بود كه يك مجموعه تصفيه فاضلاب شهري براي تصفيه ۵۰ هزارتن فاضلاب روزانه شهر ميانژو، در شهرك ژيانان در سال ۲۰۰۰ ساخته شود. (اين پروژه به علت نياز به سرمايه‌گذاري زياد لغو شد.) فهرست مقايسه‌اي سرمايه‌گذاري بين مجموعه تصفيه فاضلاب شهري با ظرفيت ۵۰ هزارتن فاضلاب و سامانه تصفيه بيوگاز از پيش جهت تجزيه وتحليل سرمايه‌گذاري و تاثيرات محيطي و اجتماعي تهيه شد.

فهرست مقايسه سرمايه‌گذاری و تاثير بين سامانه تصفيه بيوگاز و مجموعه تصفيه فاضلاب شهری

سال	۲۰۰۰
جمعيت شهري	۱۵۰۰۰۰

سامانه بيوگاز	مجموعه تصفيه فاضلاب شهري	دستگاه
۱۰۵۰۰۰ مترمكعب	۵۰ هزار تن فاضلاب روزانه	مقياس ساخت
۳۱/۵ ميليون يوان	۹۶ ميليون يوان	مجموع سرمايه گذاري
نيازي به لوله كشي شهري نيست	۲۲ كيلومتر	لوله كشي
نيازي نيست	دفتر، ساختمان تعمير مكانيكي، اطاق، انبار ساختمان اصلي	ساختمان موردنياز
۱/۴ ميليون يوآن	۵/۷۶۸۲ ميليون يوان	هزينه بكارگيري سالانه
صفر	۹۳۰۰۰۰ يوان	هزينه مديريتي سالانه
صفر	۳۵ نفر	نيروي انساني مورد نياز
صفر	۶/۵۶ ميليون	مصرف انرژي برق سالانه
صفر	۲/۲۳ ميليون يوآن	بهاي انرژي مصرف سالانه
صفر	۱۵۰ Mu	زمين مورد نياز
تغذيه ماهي‌ها، خوكها وكود استحصال بالا	تيركوبي	موارد مصرف ته نشين
بيوگاز	آب	ماده قابل بازيافت
پيمانكار ساختمان	بودجه دولتي	منبع سرمايه گذاري
صفر	۰/۸ يوآن در هر تن فاضلاب	هزينه تصفيه فاضلاب
۴۰ سال	۲۵ سال	مدت زمان بهره گيري
فراهم شده توسط دفتر انرژي روستايي	استخراج شده از گزارش پژوهشي	ملاحظات

از اطّلاعات فوق می‌توان نتیجه گیری کرد:

i. سامانه تصفیه بی‌هوازی نسبت به سامانه تصفیه فاضلاب شهری در حجم فاضلاب خانگی یکسان به سرمایه‌گذاری کمتری نیاز دارد.

ii. مدیریت و نگهداری سامانه تصفیه بیوگاز بسیار پایین تراز مجموعه تصفیه فاضلاب شهری است چرا که این سامانه به هزینه سالانه بالایی جهت بکارگیری، تعمیر و نگهداری نیاز دارد که باید این هزینه توسط بودجه دولتی و استفاده کنندگان تامین شود.

iii. مزایای محیطی: فنّاوری تصفیه فاضلاب بی‌هوازی جهت تصفیه فاضلاب خانگی می‌تواند میزان آلودگی را کاهش داده و مقداری نیز بیوگاز بازیافت کند. از آنجاییکه این سامانه زیرزمین ساخته می‌شود. و زمین را اشغال نمی‌کند. از آن می‌توان در جهت صرفه‌جویی از مصرف زمین استفاده نمود و همچنین می‌توان آن را در مناطق محدود بکار گرفت. بهره گیری از انتقال خودکار مایعات نه تنها به میزان زیادی در مصرف انرژی صرفه جویی می‌کند بلکه از شیوع میکروبهای مضر و پاتوژنها جلوگیری می‌کند. تجارب علمی نشان داده است که با استفاده از تصفیه بی هوازی حجم یاخته‌های سمی و پاتوژنها کاهش می‌یابد. سامانه تصفیه بیوگاز سهم قابل ملاحظه‌ای از جایزه بهداشت ملی شهر میانژو را در سال۱۹۹۹ بدست آورد. تعداد پشه-ها ومگس‌ها نیز به طور منظم در یک دوره و یا در طول سال کاهش داده می‌شود. سامانه تصفیه بی‌هوازی همچنین می‌تواند مواد فرار را بر طرف کند، میزان بوی بد آب را کاهش داده و مواد ته نشین را به حداقل برساند. البته می‌توان پساب این سامانه را به مجموعه تصفیه فاضلاب شهری انتقال داد تا تصفیه کامل صورت بگیرد. از مقایسه سامانه تصفیه بی‌هوازی چنین نتیجه گیری شد که این سامانه بطور موثر می تواند با کاهش مصرف انرژی، آلودگی‌ها را کاهش دهد و میکروبهای پاتوژن را نابود کند همچنین از این سامانه می‌توان بیوگاز بازیافت نمود و در مصرف زمین صرفه جویی کرد.

iv. مزایای اجتماعی: فنّاوری تصفیه بی‌هوازی اصل « منافع سرمایه‌گذار» را رعایت می‌کند. بعلاوه سامانه تصفیه بیوگاز بطور مجزا به عنوان ضمیمه‌ای برای ساختمان بدون هزینه مالی و با تحمیل هزینه‌ای کم بکار گرفته می‌شود. بنابراین از لحاظ مالی هزینه ساخت آن قابل قبول است. به وضوح از مزیت اقتصادی نیز به دلیل انکه برای بکارگیری‌اش به منابع انسانی هزینه‌بردار، مواد مصرفی و زمین نیاز ندارد، برخوردار است و انرژی تمیزی نظیر بیوگاز نیز می‌توان از آن بازیافت نمود. از نتایج فوق می‌توان دریافت که تصفیه فاضلاب خانگی به روش تصفیه بی‌هوازی مزایای اجتماعی فراوانی دارد.

از این گذشته از دیدگاه برنامه‌ریزی تجاری، مجموعه تصفیه فاضلاب شهری تنها می‌تواند فاضلاب را از طریق یک مجموعه لوله خاص زیرزمینی جمع‌آوری کند. این سامانه مجموعه‌ای کاملا ظریف است و سرمایه‌گذاری مالی وسیع نیاز دارد و استفاده گسترده از مواد برای بعضی از شهرها با مجموعه زیر بنایی ضعیف جهت جمع آوری شبکه فاضلاب شان امکان پذیر نیست . با

توسعه شهری و اقتصادی ، مجموعه تصفیه فاضلاب شهری می‌تواند به عنوان راه حل فرعی در نظر گرفته شود. این فرآیند نه تنها تاثیر خوبی را ارائه خواهد نمود بلکه همچینین سرمایه‌گذاری و هزینه عملیاتی مجموعه تصفیه فاضلاب شهری را کاهش می‌دهد.

در نتیجه فنّاوری تصفیه فاضلاب پس‌آبی با بکارگیری سامانه تصفیه بیوگاز مطمئناً به حد بلوغ رسیده است. این فنّاوری سهم زیادی در بهداشت و حفاظت محیط زیست شهرها و بهبود تمدن مردم و کیفیت زندگی دارد. این سامانه روشی با سرمایه‌گذاری اندک، تاثیر بالا، تأثیر گذاری آشکار، مداومت بهره برداری بالا و هزینه عملیاتی پایین است. این سامانه شرایط منطقه‌ای شهرهای کوچک ومتوسط، شهرکها، مراکز تفریحی، مجموعه‌های کارخانه‌ای همچنین کشورهای در حال توسعه را تأمین می‌کند تا به این ترتیب مجبور نباشند توان خود را صرف ساخت مجموعه‌ای مکانیکی برای تصفیه فاضلاب کامل صرف کنند. این فنّاوری ارزش اشاعه‌ای و کاربرد گسترده‌ای دارد.

بکارگیری سامانه ایمهاف تانک در یک محله شهرداری ۲۰۰۰ خانواری شهری و یک مجوعه پارک و خدمات عمومی و تخصصی آنها

برای تدوین سامانه عملیات تصفیه فاضلاب به کمک روش بی‌هوازی فرضیات ذیل در نظر گرفته شده تا در نهایت به جمع بندی مشخصی از قیمت گذاری دست یابیم و مقایسه عملکردی این سامانه را داشته باشیم.

الف- با فرض رفع نیاز ۲۰۰۰ واحد مسکونی و لحاظ فرضیات مهندسی اصولی به ازای تولید هرنفر ۱۵۰ لیتر پساب در روز و زندگی میانگین ۴ نفر در هر خانوار ۱۲۰۰۰۰۰ لیتر فاضلاب تولید می‌شود.

ب- تردد روزانه ۲۰۰۰ نفر در پارک محله که ۲۰۰۰۰ لیتر فاضلاب تولید می‌نمایند.

ج- همچنین صنوف خدماتی عمومی و تخصصی محله به طور میانگین ۱۵۰۰۰۰ لیتر فاضلاب روزانه تولید کنند.

بنابر فرضیات فوق ۱۳۷۰ متر مکعب فاضلاب به طور روزانه در این مجموعه شهری تولید می‌گردد.

با توجه به این حجم فاضلاب برای این مجموعه شهری نیاز به استقرار حدود ۵۰۰ واحد ۵ متر مکعبی برای منازل و حدود ۱۰۰ واحد ۱۰ متر مکعبی برای مجتمع‌های مسکونی و حدود ۲۰ بسته ۵ متر مکعبی برای پارک و فضاهای خدماتی است.

بنابراین مجموعا ۵۲۰ بسته ۵ متر مکعبی و ۱۰۰ بسته ۱۰ متر مکعبی برای این مجموعه شهری لازم است.

با احتساب هزینه خرید و نصب هر بسته ۵ متر مکعبی به ارزش میانگین ۱۵ میلیون ریال، ۷۸۰۰میلیون ریال و همچنین هزینه خرید و نصب هر بسته ۱۰ متر مکعبی با احتساب ۲۵ میلیون ریال، ۲۵۰۰ میلیون ریال برآورد می‌گردد. بنابراین برای یک مجموعه ۲۰۰۰ خانواری ۱۰۳۰۰ میلیون ریال بر آورد هزینه می‌گردد.

در صورتی که عملیات تصفیه‌ای به کمک ایمهاف تانک انجام شده باشد، همین مقدار در روز پساب تصفیه شده خواهیم داشت که قابلیتهای کاربری متعددی از جمله استفاده در آبیاری فضای سبز، تزریق به آبهای زیر زمینی، شستشوی اتومبیل و سایر موارد را خواهد داشت.

موارد ذیل در استفاده از این سامانه متصور است:

۱- عدم نیاز به قطعات مکانیکی و بی نیازی از تعمیر و نگهداری

۲- انطباق کامل با الزامات قوانین و مقرارت محیط زیست

۳- حذف عملیات گسترده ساختمانی و تاسیساتی

۴- جلوگیری از اختلاط فاضلاب و آبهای زیر زمینی به هنگام بالا آمدن سطح آبهای زیر زمینی

۵- عدم نیاز به جابجایی یا استقرار در محل‌های خاص (با توجه به اینکه کل سامانه تصفیه در زیر زمین قرار می‌گیرد).

۶- امکان ایجاد فضای سبز روی سامانه تصفیه فاضلاب به لحاظ زیبا سازی

۷- حفظ بهداشت محیط زیست و عدم آلودگی از لحاظ انتشار بو به خاطر بسته بودن سامانه

۸- اقتصادی بودن این سامانه نسبت به سایر سامانه‌های تصفیه فاضلاب

۹- تخلیه رسوب لجن بطور متوسط هر ده سال یکبار

۱۰- مصارف پساب حاصله برای کشاورزی، آبیاری و.....

۱۱- جلوگیری از هزینه‌های بالای احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب

۱۲- طراحی، تولید و ساخت در داخل کشور بدون نیاز به فنّاوری خارجی

۱۳- عدم استفاده از انرژی حرارتی و در صورت نیاز تولید انرژی برق

چنانچه بکارگیری از سایر سامانه‌های تصفیه فاضلاب برای این مجموعه شهری متصور باشد دو بعد هزینه نیز می‌باید لحاظ شود:

الف- هزینه ساخت تصفیه خانه متمرکز که با توجه به برآورد صورت پذیرفته برای ۱۳۷۰ مترمکعب فاضلاب در روز حدود ۱۰ میلیارد ریال خواهد بود که بر روی آن می‌باید ایستگاه پمپاژ و شبکه‌های انتقال و حداقل فضای ۲۰۰۰ مترمربعی را به شکل سرمایه‌گذاری زیر بنایی اشاره کرد که در حدود ٪۱۰۰ **افزایش مبلغ در پي دارد.**

ب- هزینه نگهداری و راهبری سامانه که بطور میانگین با حداقل ۱۵ نفر اعم از متخصص و کارگر می‌باید شبکه را هدایت و مدیریت نمایند.

نحوه تامین منابع مالی پروژه و برآورد اقتصادی برای نصب سامانه در یک پارک و برگشت سرمایه

در تمام نقاط دنیا تامین امکانات زیر بنایی با حکومتها بوده و مردم این حق را دارند تا از امکانات زیر بنایی با پرداخت هزینه بهره‌مند شوند اما نکته حائز اهمیت در این نوع سامانه پرداخت مستقیم هزینه پاکسازی و حفاظت از منابع پایه به عهده خود مردم است به این ترتیب که با اتخاذ یکی از روشهای ذیل می‌توان به این مزیت دست یافت:

الف- توافق با بانک در خصوص ارائه تسهیلات ۱۰ میلیون ریالی به واحدهای مسکونی به شکل غیر مستقیم و با نظارت شهرداری

ب- هزینه کرد مستقیم توسط شهرداری و لحاظ در عوارض سالیانه با توافق قانونی

ج- پرداخت مستقیم توسط خانوارها و صاحبان مشاغل در مجموعه‌ها

سرمایه‌گذاری توسط خانوار بدین شکل به منزله حفظ ارزش پول بوده زیرا نیازهای آبی در طی سالیان آتی مشکلات متعددی برای مراکز زیستی، فضای سبز و .... ایجاد خواهد نمود و از دیگر سو به بالا بودن منابع آبی زیر زمینی سالم کمک خواهد کرد.

از دیگر سو هیچ هزینه‌ای برای نگهداری و خدمات فاضلاب پرداخت نخواهد شد.

در شرایط کنونی هزینه هر متر مکعب تصفیه فاضلاب در منطقه ۱ شهرداری تهران معادل یک سوم هزینه آب مصرفی هر واحد مسکونی است بنابراین در یک دوره ۵ ساله یک خانوار ۴ نفره بطور میانگین ۷/۵ میلیون ریال صرفا برای تصفیه فاضلاب پرداخت خواهد نمود، لذا می‌توان گفت هزینه نصب سامانه بسته بی‌هوازی برای یک خانوار ۴ نفره صرفا با لحاظ پرداخت هزینه فاضلاب مستهلک می‌شود این در حالی است که همین خانوار حداقل معادل ۲ میلیون ریال هزینه برای نگهداری فضای سبز طی ۵ سال برای خرید آب پرداخت خواهد نمود.

جمع بندی و ارائه راهکار پیشنهادی :

با توجه به جمیع موارد ذکر شده در صفحات متن گزارش انجام تصفیه فاضلاب در شهر تهران امری بدیهی و انکار ناپذیر است.

اما نکته اصلی انتخاب روش مناسب است. در دراز مدت شاید یکی از بهترین راهکارها احداث تصفیه خانه فاضلاب است یعنی همین فرایندی که طی بیش از ۴۰ سال در حال انجام است. اما باید به این موضوع توجه شود که نیاز آبی سفره آبی در هر منطقه از شهرداری تهران برای نگهداری فضای سبز و استفاده از آب در منازل دارای باغچه‌های کوچک نیز بی بدیل و بدون چون و چراست.

لذا بطور مشخص می‌توان گفت بهترین راهکار مهندسی با لحاظ کلیه مباحث اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی بکار گیری *سامانه تصفیه بی هوازی یا همان ایمهاف* تانک در کلیه منازل مسکونی و فضاهای خدماتی و اداری است. در عین حال این سامانه در زمان بهره‌برداری از شبکه اصلی فاضلاب تهران بر فرض انجام عملیات بهره-برداری می تواند به عنوان تصفیه اولیه کاملا در خدمت سامانه اصلی باشد.

بدین صورت علاوه بر انجام تصفیه فاضلاب که هدف اصلی طرح است به مقدار فاضلاب تصفیه شده آب برای کاربری‌های گوناگون از جمله کشاورزی و یا تزریق در آبهای زیر سطحی در شهر به وجود می‌آید و دغدغه کم آبی و یا پائین بودن سفره‌ها را بر طرف خواهد نمود.

هزینه انجام این پروژه برای یک محله ۲۰۰۰ خانواری حدود یک میلیارد تومان برآورد گردیده که با توجه به سرمایه زیربنایی و بدون به نیاز به انجام خدمات هزینه بر بعدی به هیچ عنوان با سایر موارد سامانه تصفیه‌ای قابل مقایسه نیست.

بطور مشخص نصب سامانه‌های تصفیه بی‌هوازی در منازل و مناطق خدمات عمومی و تخصصی شهر تهران پیشنهاد می‌گردد.

لایحه مورد نیاز برای طرح در شورای اسلامی شهر تهران به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد:

لایحه پیشنهادی برای توسعه بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب

لایحه چگونگی مشارکت شهرداری تهران در ایجاد، توسعه و بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب در اماکن تهران ـ تصویبی در ..... جلسه رسمی ـ علنی ـ فوق‌العاده شورای اسلامی شهر تهران به تاریخ .....

مقدمه: فقدان نگرش جامع به پساب شهر تهران در قالب نظام کلان حفظ محیط زیست کشور، تغییرات و مداخلات موردی، سلامت اهالی تهران را در وضعیت ناپایداری قرار داده است، محدود شدن عرصه‌های تامین آب سالم منجر به وابستگی شدید به آبهای زیرزمینی و ناسالم شده است. به نحوی که ادامه این وضعیت آثار و تبعات نامطلوب و هزینه‌های اجتماعی، فرهنگی و زیرساختی را برای شهر تهران و مدیریت شهری به دنبال خواهد داشت. لذا به منظور اصلاح روند فعلی، شهرداری تهران موظف است در جهت اجرای این مصوبه با اهداف ذیل اقدام نماید:

الف ـ ایجاد هدفمندی در اقدامات شهرداری برای اصلاح و تأمین منابع آب سالم

ب ـ سیاستگذاری دفع فاضلاب‌ها با هدف تسهیل پیشبرد سیاستهای توسعه شهری

ج ـ ایجاد پایداری در تأمین منابع آب سالم شهر تهران

مـــاده یکم: در چارچوب اسناد فرادستی نظام برنامه‌ریزی شهر تهران (سند چشم‌انداز و طرح جامع) با استناد به اهداف طرح سند چشم‌انداز تهران الحاقی به مصوبه « الزام شورای اسلامی شهر تهران جهت ارجاع

و پی‌گیری طرح چشم‌انداز و ...» ـ تصویبی در سیصد و دوازدهمین جلسه رسمی ـ علنی ـ عادی شورای اسلامی شهر تهران منعقده به تاریخ ۸۵/۱/۲۱ ـ ابلاغی به شماره ۱۶۰/۸۳۹/۴۴۲ به تاریخ ۸۶/۲/۴ و اصلاحات بعدی آن و هم‌چنین راهبردهای سند مصوبه « الزامات و شروط تحقق طرح جامع شهر تهران الحاقی » ـ ابلاغی به شماره ۱۶۰/۸۴۲/۱۷۱۰ به تاریخ ۸۶/۲/۹ و هم‌چنین سند طرح جامع شهر تهران و با عنایت به معضل پساب در کلان شهر تهران که هزینه‌های سنگین اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی را به شهروندان تهرانی تحمیل می‌نماید به منظور کاهش این مشکلات و بهینه‌سازی شبکه تصفیه فاضلاب و تمهید ابزار مناسب جهت تامین آب سالم، شهرداری تهران موظف است با هماهنگی و تعامل با سایر دستگاه‌های اجرایی ذیربط در جهت اجرای بهینه تصفیه فاضلاب، در قالب دستورالعملی مشخص که به تأیید کارگروهی متشکل از افراد ذیل خواهد رسید اقدام نماید؛ الف ـ معاون شهرسازی و معماری شهرداری تهران (رئیس کارگروه) ب ـ رئیس سازمان مدیریت و پیشگیری از بحران شهر تهران ج ـ نماینده تام‌الاختیار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی د ـ نماینده تام‌الاختیار مجمع انجمن‌های سازندگان دستگاه ایمهاف تانک کشور هـ ـ دو نفر متخصص در امر تصفیه فاضلاب با معرفی کمیسیون توسعه و عمران و تصویب شورای اسلامی شهر تهران

مـــاده دوم: شهرداری تهران موظف است در جهت اجرای این مصوبه با رعایت شاخصه‌های ذیل اقدام نماید:

۱ ـ صدور مجوز مرمت، مقاوم‌سازی و بهسازی کلیه ساختمانهای یاد شده در اماکن فوق‌الذکر.

۲ ـ تأیید مطالعات تأمین هدف بهسازی مناسب تصفیه فاضلاب توسط کارگروه صدرالاشاره جهت صدور مجوز تغییر کاربری در ساختمان‌های موجود و واجد شرایط به کاربری ضمن اخذ مجوز از مراجع ذیربط.

۳ ـ رعایت ضوابط زیست‌محیطی در ارتباط با طراحی و اجرای سامانه تصفیه فاضلاب و سامانه دفع پسماندها مطابق استانداردهای مصوب.

۴ ـ اعمال تسهیلات تشویقی موضوع بند « ب » ماده اول مصوبه « اصلاحیه مصوبه « اصلاحیه اخذ عوارض پذیره » ـ تصویبی در هفتاد و یکمین و هفتاد و سومین جلسات رسمی ـ علنی ـ فوق‌العاده و عادی شورای اسلامی شهر تهران (دوره سوم) منعقده به تاریخ‌های ۱۰/۲۵ و ۸۶/۱۱/۲ ـ ابلاغی به شماره ۱۶۰/۱۰۳۲/۲۱۰۲۲ به تاریخ ۸۶/۱۲/۱۶ در خصوص مفاد بندهای «الف»، «ب» و «ج» ماده دوم این مصوبه.

۵ ـ انجام پروژه مطالعاتی در چارچوب طرح‌های جامع و تفصیلی برای تصفیه فاضلاب در قالب اعتبارات مندرج در ردیف ۳۹۱۰۳۷۴ بودجه مصوب سال ۱۳۸۷ شهرداری تهران

۶ ـ به منظور ایجاد انگیزه در مدیریت اجرایی مناطق بیست و دوگانه شهرداری تهران در جذب و جلب مشارکت بخش خصوصی در توسعه و بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب در اماکن تهران، شهرداری تهران می‌باید نسبت به تعیین شاخص‌های لازم با لحاظ ضریب تشویقی مثبت و اثرگذار در فرآیند ارزیابی از عملکرد مدیران (به ویژه شهرداران مناطق بیست و دوگانه) در موضوع فصل دوم از دستورالعمل ارزشیابی مدیران شهرداری اقدام نماید.

۷ ـ به منظور تأمین بخشی از هزینه توسعه و بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب مورد نیاز شهروندان تهرانی در محلات شهر تهران، ساختمان‌های مسکونی موجود و یا جدیدالاحداث که با رعایت ضوابط و مقررات شهرسازی

۸ - به منظور تشویق بخش خصوصی در امر سرمایه‌گذاری در توسعه و بکارگیری دستگاه تصفیه فاضلاب در شهر تهران، ضروری است در شهرها بخشی از هزینه از طریق پرداخت یارانه و بخشی از طریق مصرف‌کننده تامین گردد و در روستاها بخشی از هزینه از طریق پرداخت یارانه و مابقی از طریق پرداخت وام به مصرف-کننده تامین گردد.

۹- کلیه شهرداری‌ها مناطق، موظف شوند در پارک‌های در دست ساخت در اولویت و سپس در یک برنامه ۳ ساله کلیه سرویسهای بهداشتی پارک‌ها را به دستگاه ایمهاف تانک مجهز نمایند.

۱۰- کلیه دستگاه‌های اجرایی در تهران، در طرح‌های عمرانی جدید خود موظف شوند، از دستگاه ایمهاف تانک استفاده نمایند.

۱۱- شهرداری‌های مناطق موظف شوند که بعد از این، از حفر چاه عمیق در هر نوع ساختمانی ممانعت به عمل آورده و پایان کار ساختمانها را منوط به استفاده از دستگاه ایمهاف تانک کنند.

۱۲- شهرداری برای مناطق شهری، برای خرید هر دستگاه ایمهاف تانک شصت درصد قیمت آن را یارانه پرداخت نماید.

۱۳- تشکیل انجمن تولید کنندگان دستگاه‌های ایمهاف تانک با نظارت وزارت کار و امور اجتماعی برای پایش و حمایت از حقوق ذی‌نفعان (مصرف کنندگان، تولیدکنندگان و دولت)