کانون ملی معماری ایران
همایش ملی معماری، عمران و توسعه ی نوین شهری
تبریز - اردیبهشت ۱۳۹۳

کاربرد سپتیک تانک بتنی در کاهش خسارت ناشی از بحرانها

حمید اسکندری[۱]*، محسن حیدری [۲]

استادیار دانشکده فنی و مهندسی گروه عمران، دانشگاه حکیم سبزواری ۱Hamidiisc@yahoo.com *
دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش سازه، پردیس دانشگاه حکیم سبزواری ۲

چکیده

امروزه تاثیر روزافزون بحران آب بشر را بر آن داشته تا با مدیریت بیشتر بر مصرف آب، اتلاف آن را به حداقل برساند. در این راستا اجرای طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب خانگی یکی از اقدامات قابل توجه می‌باشد. اما در روستاها و شهرک‌ها که اجرای طرح‌های فاضلاب متعارف به صرفه نمی‌باشد، از انباره‌های بتنی مدفون در زمین به نام سپتیک تانک، جهت ماند، تجزیه، ونهایتا تصفیه فاضلاب خانگی استفاده می‌شود. در این گزارش با بررسی سازه‌ای سپتیک تانک بتنی و با در نظرگرفتن عوامل موثر در طراحی آن، نظیر فشار جانبی خاک، تنش‌های ناشی از سرباره، بارهای ترافیکی و... طراحی مجدد برای نوع و سایز آرماتورهای مصرفی صورت پذیرفته و همچنین طرح اختلاط بتن مورد استفاده در این نوع سازه با استفاده از انواع سیمان و مصالح دانه‌ای مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج طراحی مجدد نشان می دهدکه میزان ونوع آرماتور مناسب می‌تواند شرایطی فراهم نمایدکه با تغییرات بسیار کم در مقاومت نهایی محصول، هزینه تمام‌شده آن را به حداقل رساند. همچنین استفاده از طرح اختلاط پیشنهادی، تاثیر بسیار زیادی بر افزایش دوام بتن خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، متغیر تصمیم، تابع هدف، محدودیت‌ها، سازه‌های ایمن.

۱. مقدمه

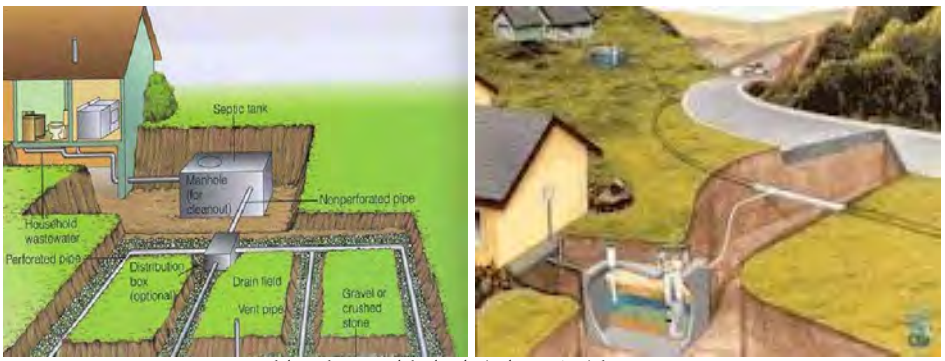
ازمهم‌ترین آلاینده‌هایی که آب‌های زیرزمینی وآب‌های جاری را تهدید می‌کند فاضلاب‌های تصفیه نشده هستند. مطالعاتی که در سال ۲۰۱۰ در مناطق انتخاب شده از لوزاکا انجام گرفته است سطح بالایی از آلودگی آب با باکتری‌ها را نشان داده است[۱]. لذا در راستای متوقف کردن روند آلودگی آب یا حتی‌الامکان کند کردن این روند یکی از راهکارهای موجود اجرای طرح‌های تصفیه فاضلاب‌های تولید شده توسط انسان می‌باشد. تصفیه غیرمتمرکز فاضلاب در محل ما را به دوره جدیدی از سیستم‌های تصفیه فاضلاب پیشرفته وکارا هدایت نموده که در آن طراحان با تکیه بر اجزاء ضروری سیستم قادر به کسب نتایج بهتر با صرف هزینه‌های کمتر شده‌اند. اجزائی که باید با طراحی و ساخت با ثبات، دوام و کیفیت مورد انتظار در درازمدت کارایی مطلوب خود را حفظ نمایند. از آنجا که مخزن سپتیک از اجزاء ضروری برای موفقیت نسل جدید این سیستم تصفیه فاضلاب است، سپتیک تانک از لحاظ ساختاری، سلامت و... در حال تحول است[۲]. سیستم سپتیک معمولا شامل سه بخش می‌باشد: سپتیک تانک، یک میدان زهکشی و خاک در زیر بستر تخلیه نتایج بررسی‌ها نشان داده که این سپتیک تانک ابتکاری قادر به کاهش غلظت BOD ، TSS، PH و FC به میزان مطلوب است که در محدوده از هر دو استاندارد پساب ملی و بین‌المللی قبل از دفع و ورود به رودخانه‌ها و آب‌های داخلی قراردارد. در استفاده از تمام نمونه‌های مورد بررسی در مکان‌های مختلف این سیستم سپتیک جدید موثر، کارآمد، بادوام و سازگار با محیط زیست است [۳]. نمونه‌های بررسی شده از خروجی این نوع سیستم فاضلاب در Pisagh نشان داده است که میزان متوسط کاهشBOD از فاضلاب خام ۵۰٪، ازت کل ۶۸٪، آمونیاک ۹۷٪و فسفرکل ۶۴٪ در این سیستم به وقوع می‌پیوندد [۴]. به طور کلی تصفیه فاضلاب در انباره‌های تعفن به طورناقص انجام می‌گیردو آن هم برای جمعیتی محدود. این تصفیه ناقص تنها موجب می‌شود که دفع فاضلاب به زمین آسان‌تر انجام گرفته و دفع آن به منابع طبیعی در روی زمین زیان کمتری را به محیط زیست وارد سازد. ولی در هر صورت دارای معایب یک تصفیه ناقص می باشد. سپتیک تانک از نظر کار خود نیز دارای این عیب است که قسمتی از مواد ته نشین شده در کف انبار به علت تعفن و تولید گازها همراه این گاز به سطح فاضلاب در انباره آمده و موجب اختلال در کار سپتیک تانک می‌شود. همچنین ممکن است این مواد همراه فاضلاب بیرون آید. مخزن سپتیک برای مناطقی که جنس زمین غیر قابل نفوذ باشد و نتوان از چاه‌های جاذب سود جست و برای منازل و مؤسساتی که در نواحی روستایی و یا دور از دسترس شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب قرار دارند، می‌تواند یک روش قابل قبول تصفیه فاضلاب باشد. مخزن سپتیک در واقع یک مخزن ته‌نشینی کوچک می‌باشد که به دلیل زمان ماند طولانی، فاضلاب در آن تحت اثر باکتری‌های غیرهوازی به حالت معلق در می‌آید. سرپوشیده نمودن آن به منظور جلوگیری از مزاحمت بوی نامطبوع می باشد. نظر به اهمیتی که مخزن سپتیک در کاهش آلودگی و مواد آلی فاضلاب دارد، اغلب به عنوان یک راه حل موقت دفع فاضلاب به‌کار می‌رود. در این روش کلیه فاضلاب منزل به‌وسیله فاضلاب‌روی ساختمان وارد مخزن می‌گردد. فعل و انفعالاتی که در مخزن سپتیک صورت می‌گیرد عبارتست از پالایش ابتدایی فاضلاب که همان ته‌نشینی است، حتماً موادی که در مخزن ته‌نشین و یا رونشین می‌شوند مراحلی از تصفیه را می‌گذرانند که درباره آن نیز مختصری گفتگو خواهد شد[۵]. تنها در ایالات متحده آمریکا تا سال ۱۹۷۴ تعداد هفده میلیون سپتیک تانک در منازل مسکونی به کار گرفته شده است [۶] و در سال ۱۹۹۷ این تعداد به چهل میلیون رسیده است [۲]. سپتیک تانک می‌تواند به شکل مستطیلی یا دایره‌ای و با مصالحی از جمله بتن و آجر و یا سنگ اجرا گردد [۷]. هدف از نصب سپتیک تانک این است که با ارائه یک محیط برای مرحله اول تصفیه در سیستم فاضلاب محلی و غیرمتمرکز از طریق ادامه ته‌نشینی فیزیکی، هضم بی‌هوازی مواد آلی فاضلاب انجام گیرد. علاوه بر این، مخزن اجازه می‌دهد تا ذخیره‌سازی هر دو حجم یعنی مایعات و مواد جامد هضم نشده امکان‌پذیر باشد تا زمانی که حذف آن صورت گیرد [۸]. استفاده از مخازن سپتیک برای تصفیه اولیه فاضلاب‌های خانگی برای اولین بار در ایالات متحده در اواخر ۱۸۸۰ آغاز شده است، تاکنون کارشناسان بهداشتی سپتیک تانک را به عنوان امن‌ترین و قابل اعتمادترین روش مدیریت فاضلاب روستایی، که غالبا به علت پراکندگی وکمبود جمعیت فاقد توجیه اجرایی واقتصادی می‌باشد به رسمیت شناخته‌اند [۹]. روش‌های برنامه‌ریزی گزینه مطلوب را برای حل کمبودهای فعلی در بهره برداری و نگهداری از سپتیک تانک ارائه داده است. با این حال، اجرای آن نیاز به مجموعه‌ای از پیش

شرط خواهد شد که در سه مرحله انجام شده است: اقدامات فوری، اقدامات میان مدت و اجرای طولانی مدت [۱۰]. در خصوص جانمایی سپتیک تانک این سازه نبایستی در موقعیتی نصب گردد که ثبات ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد. حداقل فاصله مناسب برای نصب سپتیک تانک ۲/۵ متر ازساختمان‌ها و یا سایت های مجاور می باشد [۱۱]. طراحی سپتیک تانک شامل انتخاب یک محل برای مخزن، محاسبهٔ ظرفیت مخزن ،ابعاد و تعیین کارلازم، مواد و ابزار می‌باشد. محل سپتیک تانک بایستی در یک مسیر سراشیبی و حداقل ۱۵ متر از نزدیکترین محل تامین آب، از جمله همسایگان و۳ متر از محدوده نهایی ملک باشد. مخزن سپتیک نبایستی در محلی قرار داده شود که در مسیر آب باران یا سایر آب‌های جاری باشد و یا اینکه احتمال ایستادن آب بر روی آن وجود نداشته باشد، همچنین حتی‌الامکان در مسیر تردد وسایل نقلیه نباشد [۱۲]. برای ساخت مخازن سپتیک معمولا از بتن مسلح پیش‌ساخته یا درجا، فایبرگلاس و پلی اتیلن استفاده شده که سپتیک تانک با حجم‌های کمتر از ۶۰۰۰ گالن، به طور معمول پیش‌ساخته می‌باشند. در گذشته، عمدتا به دلیل عدم وجود مواد مناسب، چوب مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما این مصالح به طور کلی دیگر قابل قبول نیست. بتن‌مسلح معمولا به علت مقرون به صرفه بودن، یکپارچگی سازه‌ای، مقاومت در برابر خوردگی، ضدآب بودن و مقاومت در برابر رانش ماده انتخابی جهت ساخت سپتیک تانک می‌باشد. در مقابل سپتیک تانک‌های پلی‌اتیلن و فایبرگلاس قرار دارند که سبک وزن بوده و دارای نفوذ ناپذیری مطلوب می-باشند ودر برابر خوردگی مقاوم‌تر بوده و حمل و نقل آن‌ها نیز آسان‌تر می‌باشد و بدون نیاز به جرثقیل در محل قابل نصب می-باشند. اما این تانک‌ها سبک‌تر از تانک‌های بتنی هستند و به همین دلیل در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاست مستعد شناور شدن وخروج از زمین می‌باشند. در چنین مکان‌هایی آن‌ها باید همواره پر از آب نگه داشته شوند و این امر یکی از نقاط ضعف آن‌ها محسوب می‌شود [۹]. سپتیک تانک باید قادر به مقاومت در برابر بارگیری و حمل و نقل پس از تولید بوده وبایستی بتوانندیک بار چرخ ۲۵۰۰ پوندی را علاوه بر بارهای خاک سربار تحمل نماید و در برابر فشار هیدرولیکی داخلی و خارجی نیز مقاوم باشد. مخلوط بتن باید به دقت کنترل شود تا محصول نهایی دارای مقاومت ۲۸ روزه فشاری ۲۷ مگاپاسکال باشد. دیواره مخازن بتنی معمولا به ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر با شماره ۵ میله‌های تقویت‌کننده با فاصله مرکز به مرکز حدود ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد [۹]. همان‌گونه که پیشتر گفته شد مخازن سپتیک در شکل‌های مستطیلی ، بیضی یا دایره‌ای ساخته می-شوند. البته شکل مخزن اهمیت چندانی در عملکرد سپتیک تانک ندارد. اما اندازه مخزن مهم است. مخزن باید بتواند حداقل دو روز (۴۸ ساعت) از جریان فاضلاب خروجی خانه را ذخیره نماید، اندازه مخزن تابعی از تعداد اتاق خواب های موجود در هر خانه می‌باشد [۱۳]. سپتیک تانک‌های بتنی مکعبی متداول‌تر هستند که البته بتن سپتیک تانک بایستی به درستی تقویت شده(مسلح شود) و مخلوط بتن بایستی به اندازه کافی قوی، با دوام، با ثبات ودارای هزینه مناسبی باشد. فولاد تقویت‌کننده مورداستفاده در دیواره‌های سپتیک تانک باید به گونه‌ای اجرا گردد که فولاد همیشه تحت پوشش حداقل ۲/۵ سانتی‌متر از بتن باشد. اگر میلگرد یا سیم مش در معرض فاضلاب قرار گیرد، نه تنها اینکه مقاومت بتن به خطر خواهد افتاد بلکه خوردگی فولاد باعث تضعیف بیشتر مخزن نیز خواهدگردید [۱۴]. روند تخریب در بتن به طور کلی آرام است. تاثیر مخرب محیط سولفاتی بر بتن در طول چند سال نمایان می‌شود. روش‌های آزمون تسریع شده اجازه اعمال شرایط محیطی شدید به نمونه‌های آزمایشگاهی ودر نتیجه رسیدن به مرحله شکست نهایی در یک دوره کوتاه از زمان را میسر می‌سازد. با استفاده از داده‌های ناشی از شرایط سخت‌تر می‌توان نتایج را تعمیم داده و روندی را برای تخریب بتن پیش‌بینی نمود [۱۵]. در هزینه تمام شده یک سپتیک تانک بالغ بر ۵۵٪ هزینه‌ها صرف بتن ومیلگرد می‌شود [۱۶]. استفاده از بتن دارای مزایای بسیاری از جمله قدرت، عمر طولانی و مقرون به صرفه بودن است. با این حال، در مواردی که بتن در تماس با آب غنی از گوگرد و یا خاک غنی از سولفات قرار داشته باشد، مراقبت شدید و احتیاط باید قبل از استفاده از مخازن بتنی اعمال شود. اگر تمهیدات لازم اندیشیده نشود، سیستم‌های سپتیک در این شرایط ممکن است به نارسایی زودرس برسند [۱۷]. بتن استفاده شده برای ساخت سپتیک تانک بایستی الزامات AS 3600 و AS 3735 سازه‌های بتنی برای حفظ مایعات را برآورده سازد و نبایستی مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن کمتر از ۲۵ مگاپاسکال باشد. عمق پوشش خاک بر روی سپتیک تانک نبایستی بزرگتر از ۱ متر باشد، فضای هوایی بین سطح مایع در مخزن سپتیک تا زیر سقف نبایستی بیشتر از۲۲۰میلیمتر باشد، تمام میلگردهای تقویتی بایستی در

مرکز قرار داده شوند [۱۱]. در مناطقی که میزان سولفات موجود در آب بالاباشد (بیشتر از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، بیشتر گازهای تولیدی اسیدی می باشد. در این گونه موارد بایستی از بتن پر مقاومت در برابر خوردگی استفاده نمود. اقدامات توصیه شده در استاندارد ASTM C150 شامل به کارگیری سیمان تیپ ۲ (مقاوم در برابر محیط سولفاتی متوسط) و استاندارد ASTM C150 به کارگیری سیمان تیپ ۵ (مقاوم در برابر محیط سولفاتی شدید) و یا پوشش سطوح بتنی داخلی بالاتر از سطح آب توسط آسفالت، قطران زغال سنگ و یا اپوکسی است که محافظت بیشتری از بتن انجام گیرد. ماده مورد استفاده باید در برابر اسید مقاوم بوده و مانع رسیدن رطوبت به بتن نشود. همچنین خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی وجود نداشته باشد [۱۴]. حال با تمرکز بر محیط به شدت اسیدی موجود در داخل سپتیک تانک بتنی که ناشی از وجود فاضلاب می‌باشد آیا می-توان به طرح اختلاطی برای بتن رسید که با به کاربردن افزودنی‌های خاص به بتن بر دوام وطول عمر آن افزود و با با جایگزینی میلگرد با سایر تقویت‌کننده‌ها به طرح بهینه‌ای برای سپتیک تانک دست یافت.

۲. نحوه ساخت و اجرا

سپتیک تانک یک انبار مدفون در داخل زمین است که برای نگهداری فاضلاب واعمال یک سری فعل وانفعالات شیمیایی بر روی آن ساخته می‌شود. شکل ۱ نمایی کلی از مراحل انجام کار سپتیک تانک را نمایش می‌دهد.



شکل ۱– مراحل انجام کار سپتیک تانک

۲,۱. تحلیل و طراحی سپتینک تانک

به عنوان اولین گام در اجرای مخازن بتنی، طراحی نقش بسیار مهمی را در کارایی، ایمنی، دوام و ملاحظات اقتصادی دارد. چنانکه طراحی مخزن به درستی انجام نشده باشد، یا ایمنی و دوام آن به خطر می‌افتد و یا اینکه صرف هزینه‌های اضافی باعث اتلاف منابع مالی می‌شود. دانش فنی و استفاده از آیین نامه های معتبر طراحی، بهترین ابزار برای انجام یک طراحی دقیق و حرفه‌ای است.

طراحان هم اکنون مخازن بتنی را با توجه به شرایط هر پروژه و براساس آیین نامه‌های معتبری چون BS 8007، BS 5337، ACI 350 R-83 و نشریه ۱۲۳ تحلیل و طراحی می‌کنند. مراحل انجام تحلیل و طراحی مخازن بتنی به شرح زیر است:

۱. طراحی اولیه براساس فرآیند و معماری مخزن
۲. مدل‌سازی مخزن در نرم افزارهای تحلیل سازه‌ای
۳. بارگذاری و اعمال ترکیبات بار استاندارد
۴. تحلیل و تعیین نیروها و تنش‌ها
۵. طراحی سازه‌ای براساس تحلیل انجام گرفته
۶. تهیه نقشه‌های اجرایی

۲،۲.مکان‌یابی سپتیک تانک

مکان قرارگیری سپتیک تانک باید دور از مسیر نهرها و آبگیرها باشد، در سطحی هموار ساخته شود و در جهت مخالف وزش بادهای غالب ساخته شود.

چند نکته:

- طول انباره مستطیل شکل را ۲ تا ۴ برابر پهنای آن انتخاب می‌کنند.
- عمق موثر برای انباره باید ۱/۲ متر باشد، عمق موثر عبارتست از فاصله آزاد فاضلاب تا کف تانک.
- فاصله سطح فاضلاب تا سقف انباره حداقل باید ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد.
- برای زلال‌سازی بهتر فاضلاب معمولاً سپتیک تانک‌ها را دو یا سه مخزنه می‌سازندکه حجم قسمت اول را دو برابر حجم قسمت‌های بعدی طراحی می‌کنندکه این امر به منظور جلوگیری از نوسانات سطحی فاضلاب و طولانی‌تر کردن تخلیه لجن صورت می‌گیرد.
- ضریب تبدیل آب مصرفی به فاضلاب معمولاً برابر ۸۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.
- میزان تولید فاضلاب با توجه به سرانه مصرف آب و ضریب تبدیل آن به فاضلاب برای زمان ماند ۱۲ تا ۱۵ ساعت (به دلیل عدم حضور پرسنل عملیاتی در طول روز) طراحی می‌گردد.

جریان فاضلاب بین مخازن توسط لوله‌های با قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر برقرار می‌گردد، ممکن است این امر به وسیله سوراخ‌هایی که در دیواره جداکننده به فاصله ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر از سطح آزاد فاضلاب تعبیه می‌شود انجام گیرد تا مواد شناور از انباره فاضلاب سرریز نشود. فاصله مرکز تا مرکز لوله‌ها و یا سوراخ‌ها را ۳۰ سانتی متر در نظر می‌گیرند. به منظور خروج گازهای ایجاد شده از تجزیه فاضلاب در فضای سپتیک، از لوله‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر استفاده می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد بوی نامطبوع ارتفاع لوله تهویه را حداقل ۱/۵ متر بالاتر از ارتفاع بالاترین ساختمان در نظر می‌گیرند. همچنین برای جلوگیری از ورود و یا افتادن جانوران و پرندگان به لوله تهویه دو کار صورت می‌گیرد: یا در انتهای آن توری نصب می‌کنند و یا با نصب زانوی ۹۰ درجه امتداد دهانه خروجی لوله تهویه را به طرف زمین بر می‌گردانند. برای بازدید، تمیزکاری و تعمیرکردن تانک، تعبیه دریچه‌ای برای ایجاد دسترسی ضروری به نظر می‌رسد. به منظور جلوگیری از حرکت اغتشاشی فاضلاب ورودی که ممکن است موجب خروج کف ناشی از عمل تجزیه فاضلاب گردد از مانع استفاده می‌کنند. این مانع ممکن است با نصب سه راهی و تغییر جهت دادن لوله ورودی داخل تانک از حالت افقی به عمودی عملی گردد. معمولاً انتهای لوله ورودی را حدود ۳۰ سانتی متر و انتهای لوله خروجی فاضلاب را ۴۵ سانتی متر پایین‌تر از سطح آزاد فاضلاب نصب می‌کنند. در حال حاضر حداکثر جمعیتی که می توان فاضلاب حاصل از فعالیت آن‌ها را با سپتیک تانک تصفیه نمود ۳۰۰ تا ۴۰۰ نفر توصیه شده است. با نصب دیواره در داخل فضای سپتیک تانک حجم آن را به دو قسمت تقسیم می‌کنند، به طوری که حجم فضای مربوط به ورود فاضلاب دو برابر حجم فضای قسمت خروجی باشد.

۲،۳.محاسبات سپتیک تانک

برای محاسبه حجم سپتیک تانک اطلاع از مقدار فاضلاب جمع‌آوری شده در شبانه‌روز در ساختمان ضروری است. حجم سپتیک تانک بر حسب مقدار فاضلاب تخلیه شده در آن متفاوت است به طوری که الف) اگر حجم فاضلاب جمع‌آوری شده در شبانه‌روز تا ۲ متر مکعب باشد، حجم تانک ۳ متر مکعب منظور می‌شود. ب) اگر حجم فاضلاب ۲ تا ۶ متر مکعب باشد، حجم تانک ۱/۵ برابر حجم فاضلاب محاسبه می‌گردد. ج) اگر حجم فاضلاب ۶ تا ۶۰ متر مکعب باشد حداقل حجم تانک مطابق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V= 4500 + 0.78Q$$

که در آن Q مقدار فاضلاب جمع‌آوری شده در شبانه‌روز و V حداقل حجم سپتیک تانک می‌باشد.

حوضچه چربی‌گیر در ساختمان‌های مجهز به آشپزخانه بزرگ و در موسساتی که مقدار فاضلاب آشپزخانه زیاد باشد، حوضچه چربی‌گیر ضروری است. حجم حوضچه چربی‌گیر ۵ لیتر برای هر نفر کافی است و حداقل حجم قابل قبول نیز ۱۲۰ لیتر می باشد.

۲،۴.اجرا

انواع سپتیک تانک در مقاطع دایره‌ای یا مستطیلی به صورت منفرد یا دو انباره ساخته می‌شود. در تانک‌های دو انباره، انبار اول برای ماند لجن،ته‌نشینی، هضم لجن و انبارکردن لجن به کار می‌رود و انبار دوم برای ته نشینی مجدد و پیشگیری از حرکت لجن و یا مواد جامد دیگری که از ته انبار اول رد شده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرف دیگر صعود حباب‌های گاز در درون مایع مخزن تا حدودی سیر طبیعی ته نشینی مواد جامد را مختل می‌کند. راه حل این مشکل ساختمان یک مخزن دو انباره است. به این ترتیب که مواد معلق سبک که از انباره اول خارج می-شوند با شرایط مساعدتری در محیط آرام انباره دوم ته نشین می‌شوند. این کار به خصوص در مواقعی که حجم لجن ته‌نشین شده زیاد و تجزیه بی‌هوازی سریعاً در حال گسترش باشد، بسیار موثر می‌باشد. درسپتیک تانک ها لوله‌های ورودی و خروجی تعبیه می‌گردد که معمولاً برای پیشگیری از گرفتگی لوله به شکل T ساخته می‌شوند و از قسمت بالایی لوله عمل تخلیه صورت می‌گیرد. در خصوص این لوله‌ها ضوابطی وجود دارد از جمله اینکه قطر لوله ورودی نباید کمتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد. اگر عرض تانک مساوی یا کوچک‌تر از ۱/۲ متر باشد یک لوله ورودی و اگر بیشتر باشد دو لوله ورودی لازم است و در مورد تعداد لوله‌های خروجی نیز همین محدودیت‌ها بر قرار است. در سرتاسر عرض سپتیک تانک مانعی به فاصله ۱۵ سانتی متر از دیواره تانک نصب می‌شود. کف تانک‌های ساخته شده برای جمعیت‌های کمتر از ۳۰ نفر مسطح و بدون شیب است ولی برای تانک‌های بیشتر از ۳۰ نفر سطح قسمت اول تانک باید شیب‌دار اجرا گردد. در سپتیک تانک بار فاضلاب (مواد جامد) ته نشین شده و مواد روغنی به صورت شناور در می‌آیند و لجن نیز در ته تانک انبار می‌شود که این لجن‌ها هم در دو تا چهار سال یک بار از ته تانک لجن‌روبی می-شوند. از آنجا که هیچ گونه فرآیند مصنوعی از قبیل اختلاط، گرم‌کردن، کنترل PH و غیره در این تانک‌ها انجام نمی‌گیرد لذا نمی‌توان از هضم کامل لجن در این تانک‌ها مطمئن بود. عمق مؤثر برای تانک سپتیک حداقل ۱۲۰ سانتی متر است که همان ارتفاع سطح آزاد فاضلاب می‌باشد. این عمق با توجه به حجم کلی سپتیک تانک‌ها ممکن است تا ۴ متر برسد که البته این امر بیشتر در سپتیک تانک‌های استوانه‌ای صادق است. معمولاً از سطح آزاد فاضلاب تا سقف نیز حدود ۳۰ تا۴۰ سانتی‌متر فاصله در نظر گرفته می‌شود. در تانک‌های بزرگ با حجم بالا از نظر اقتصادی لازم است عمق مؤثر بیشتری در نظر گرفت ولی از نظر کار سپتیک تانک عمق مؤثر کمتر دارای بهره بهتری است. قسمت ورودی معمولاً حجمش در حدود دو برابر قسمت خروجی است. جریان فاضلاب بین دو قسمت یا به وسیله سرریز بوده و یا از بدنه دیوار داخلی به فاصله ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر از سطح آزاد فاضلاب سوراخ‌هایی به قطر ۱۰سانتی‌متر و به فاصله فواصل محور تا محور برابر ۳۰ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند تا فاضلاب بین دو قسمت جریان داشته باشد. دو برابر بودن حجم قسمت ورودی نسبت به قسمت خروجی دو دلیل است:

- تغییرات شدید حجم ورودی فاضلاب را در طول شبانه‌روز تحمل کند بدین معنی که تا حدودی از نوسانات سطحی فاضلاب جلوگیری کندوهمواره در سطح فاضلاب تلاطم به وجود نیاید.
- مقدار مواد جامدی که در این قسمت ته نشین می‌گردند بیشتر بوده لذا حجم بیشتری لازم می باشد.

۲،۵.مراحل اجراء

اجرای سپتیک تانک در مکان‌های مورد نیاز در قالب مراحل زیر صورت می‌پذیرد.

۱. ابتدا نمونه‌ها در کارگاه به صورت پیش ساخته با بتن مسلح ساخته می‌شود.
۲. عملیات خاکبرداری در محل اجرا انجام می شود.
۳. ضمن تسطیح کف بتن مگر ریخته می‌شود.
۴. قطعات پیش‌ساخته با ملات ماسه سیمان به یکدیگر متصل شده و درزها آب بند می گردند.
۵. قطعه محافظ و درپوش بر روی قطعات قرار گرفته و سطح آن با تراز کف خیابان تنظیم می‌گردد.
۶. اطراف نمونه خاکریزی شده و درون زمین محبوس می‌گردد.

شکل ۲ مراحل اجرای سپتیک تانک را نشان می دهد.

شکل ۲- مراحل اجرای سپتیک تانک

به هنگام ساخت یک مخزن بتنی، علاوه بر ملاحظات عمومی سازه‌های بتنی لازم است که نکات ویژه دیگری نیز مد نظر قرار گیرد. رعایت این نکات باعث افزایش کارایی، دوام و عمر مخزن خواهد گردید. اگر چه برای رعایت آن‌ها در هنگام ساخت هزینه چندانی صرف نمی‌شود، اما همین هزینه کم از تحمیل هزینه‌های گزاف ناشی از تعمیر و نگهداری و تخریب مخزن جلوگیری می‌کند. برخی از این نکات عبارتند از:

۱. کنترل نسبت آب به سیمان جهت کاهش نفوذپذیری و خوردگی آرماتورها
۲. تعبیه صحیح درزهای اجرایی، انقباضی و انبساطی جهت کنترل تنش‌های حرارتی
۳. رعایت حداقل پوشش بتنی روی آرماتورها جهت جلوگیری از خوردگی زودرس
۴. استفاده از مواد افزودنی جهت افزایش مقاومت و کارایی و کاهش نفوذپذیری
۵. کاربرد صحیح آب‌بند (واتر استاپ) به منظور جلوگیری از عبور سیال از درزها
۶. بتن‌ریزی در دمای استاندارد جهت کنترل ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی بتن
۷. آب‌بند نمودن سپتیک تانک‌ها با استفاده از بتن ناتراوا

۳. تحلیل و بررسی

همان گونه که گفته شد تصفیه فاضلاب در انباره‌های تعفن به طور ناقص آن هم برای جمعیتی محدود انجام می‌گیرد و واصولا توجیه اجرای چنین طرحی در جهت مواردی است که به علت کم بودن جمعیت و یا پیشگیری از صرف هزینه‌های زیاد قادر به اجرای تصفیه خانه فاضلاب نباشیم. این تصفیه ناقص تنها موجب می‌شود که دفع فاضلاب به زمین آسان‌تر انجام گرفته و سرایت آن به منابع طبیعی در روی زمین زیان کمتری را به محیط‌زیست وارد سازد ولی در هر صورت دارای معایب یک تصفیه ناقص می باشد. نظر به اهمیتی که مخزن سپتیک در کاهش آلودگی و مواد آلی فاضلاب دارد، اغلب به عنوان یک راه حل موقت دفع فاضلاب به کار می‌رود. در این روش کلیه فاضلاب منزل به وسیله فاضلاب‌روی ساختمان وارد مخزن می‌گردد. فعل و انفعالاتی که در مخزن سپتیک صورت می‌گیرد عبارتست از پالایش ابتدایی فاضلاب که همان ته‌نشینی است،

مخزن به نحوی طرح می‌شود که فاضلاب ورودی به آن تقریباً بین یک تا سه روز در داخل سپتیک تانک باقی می‌ماند. در مدت مذکور مواد معلق نسبتاً سنگین فاضلاب به صورت لجن در کف مخزن ته نشین شده و بیشتر مواد معلق سبک از جمله روغن و چربی به تدریج به شکل کف غلیظی در سطح مایع شناور می‌گردد. نتیجه فعل و انفعالات مزبور، کاهش قابل ملاحظه حجم لجن می‌باشد و به همین دلیل معمولاً تخلیه لجن مخزن هر ۲ تا ۴ سال یکبار بر حسب زمان ماند اولیه ضرورت می‌یابد.

یکی از نقاط ضعف این سازه‌ها محل اتصال قطعات پیش‌ساخته است که در حال حاضر به وسیله ملات سیمان انجام می‌شود. این درز از نظر مقاومت و همچنین آب بند بودن ضعیف می‌باشد لذا بررسی روش‌های مناسب تری برای اجرای این درزها واتصال مناسب‌تر قطعات نیز می‌تواند بر ایمنی این سازه‌ها تاثیر بسزایی داشته باشد. با توجه به این که فشار جانبی خاک پس از پرکردن گودبرداری اطراف آن و فشار سربار ناشی از حرکت خودروها و ارتعاشات ناشی از حرکت آن‌ها و خاک اطراف سازه می‌تواند بار مضاعفی بر قطعات سازه اعمال کند لذا ایجاد تراکم به روش‌های مناسب در هنگام پرکردن گودال اطراف می‌تواند تاثیر زیادی بر کاهش نیروهای وارد بر سازه داشته باشد.

یکی از مسائل مهم به هنگام وقوع حوادثی مانند انفجارها و زلزله‌ها موضوع حفظ بهداشت محیطی جامعه می‌باشد. شبکه فاضلاب به عنوان یکی از زیرساخت‌های شهری اهمیت فراوانی در تامین این امر دارد و این شبکه لازم است در هر شرایطی از جمله شرایط بحرانی به فعالیت و خدمات خود ادامه داده و دچار خسارت و صدمات کلی نگردد. لذا طراحی وساخت ایمن سازه‌ای این شبکه یکی از موارد ضروری در جلوگیری از افزایش تلفات وخسارات ناشی از بحران‌ها می‌باشد. سپتیک تانک‌ها به عنوان راه حلی مناسب می‌تواند تامین‌کننده این مهم باشد.

سپتیک تانک‌ها به دلیل ساختاری اقتصادی‌تر و ایمن‌تر از سیستم فاضلاب معمولی در مواقع بحرانی می‌تواند جایگزینی بسیار مناسب در جهت حفظ بهداشت محیط باشد. استفاده از بتن‌های با ویژگی‌های خاص و مقاوم در برابر خوردگی، ضربه، ارتعاش و جذب آب کمتر می‌تواند در بهبود کیفیت این سازه و دوام بیشتر آن نقش موثری داشته باشد. همچنین طراحی بهینه طرح اختلاط بتن، مقدار میلگردها و شکل سازه می‌تواند اقدامات مفیدی در جهت افزایش عمر آن باشد.

۴. نتیجه‌گیری

به طور کلی استفاده از سپتیک تانک‌ها در شبکه خدمات شهری می‌تواند از نظر سلامت و بهداشت جامعه مفید واقع شده و در شرایط بحرانی موجب جلوگیری از افزایش مخاطرات، آسیب‌ها و صدمات وارده گردد. وجود سپتیک تانک در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری می‌تواند به وسیله جداسازی فاضلاب جامد و مایع در ابتدای مسیر شبکه، تاثیر زیادی بر افزایش عمر مفید تاسیسات و لوله‌های شبکه فاضلاب شهری داشته باشد و باعث کاهش رسوبات و اخلال در عملکرد انتقال شبکه جمع-آوری فاضلاب گردد. در صورتی که بتوان راهکارهایی برای تهویه مطبوع و تخلیه آسان سپتیک تانک و در صورت امکان تخلیه گروهی آن پیش‌بینی کرد استفاده از این سیستم می‌تواند بسیار مفید بوده و مشکلات مربوط به شبکه‌های سنتی جمع‌آوری فاضلاب (چاه‌های جذبی) و شبکه‌های جدید (اگو) را مرتفع نماید. رعایت موارد زیر می‌تواند در بهبود کیفیت عملکرد سیستم سپتیک تانک مفید واقع شود:

۱. سپتیک تانک می‌تواند به عنوان ساده‌ترین نوع تصفیه خانه تک واحدی که تصفیه مکانیکی (ته نشینی) و تصفیه زیستی با کمک باکتری‌های بی‌هوازی همزمان در آن انجام می‌گیرد در نظر گرفته شود.

۲. استحکام سازه‌ای این سیستم شامل طراحی و ساخت قطعات پیش‌ساخته، نحوه نصب و خاکریزی اطراف می‌تواند در هنگام شرایط بحرانی موثر باشد لذا برای جلوگیری از تخریب سیستم و عملکرد بهینه آن در این شرایط که باعث حفظ بهداشت محیطی جامعه می‌گردد بایستی در تمام مراحل ذکر شده اصو ل و استانداردهای لازم رعایت گردد و سیستم به گونه‌ای طراحی گردد که در مقابل ضربه، لرزش و انفجار کارکرد خود را از دست نداده و شرایط آب‌بندی آن حفظ گردد.

با بررسی و تحقیقات بیشتر می‌توان شرایط ساخت و اجرای این سیستم را از قبیل شکل قطعات، نوع و مقدار بتن، میلگردمصرفی، نحوه اتصالات در محل و نحوه آب‌بندی کل سیستم پس از اجرا با شر ایط بهتر و مناسب تری پیشنهاد و اجرا نمود تا به عنوان یک سازه زیر ساختی شهری شرایط ایمنی و استحکام خود را حفظ نماید.

مراجع

[1] Banda, L. J. (2013), “Efect of siting borehol groundwater quality i township”, Decentralized Systems Technology Fact Sheet, Doctoral dissertation, The University of Zambia.

[2] Bounds, T. R. (1997), “Design and performance of septic tanks”, ASTM SPECIAL TECHNICAL PUBLICATION, 1324, 217-234.

[3] Burubai, W. and Akor, A. J. and Lilly, M. T. (2007), “Performance evaluation of a septic system for high water-table areas”, American Eurasian Journal of Scientific Research, 2(2), 112-116.

[4] Stewart, E. (2005), “Evaluation of septic tank and subsurface flow wetland for Jamaican Public School Wastewater Treatment”, Doctoral dissertation, Michigan Technological University.

[5] Maillette, J. and Nilsson, O. and Qian, T. (2011), “ Septic Tank the idea behind the technology”.

[6] Laak, R. and Healy, K. A. and Hardisty, D. M. (1974), “Rational Basis for Septic Tank System Designa”, Ground water, 12(6), 348-351.

[7] Indian Standard Code of Practice for Installation of Septic Tanks PART 2 Secondary Treatment and Disposal of Septic Tank Effluent.

[8] ASTM C1227-03, (2005), “Standard Specification for Precast Concrete Septic Tanks”. ASTM International.

[9] Seabloom, R. W. and Bounds, T. and Loudon, T. and Hall, F. (2004), “University curriculum development for decentralized wastewater management.Septic Tanks”, March.

[10] Moersid, M. M. (1998), “Enhancing the maintenance of septic systems: case study of septic tank maintenance in Jakarta, Indonesia”, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

[11] South Australian Health Commission. Environmental Health Branch.March 1995 standard for the construction, installation and operation of septic tank systems in South Australia, ISBN 0 7308 4810 8. ISBN 0 7308 4811 6 (suppl. A). ISBN 0 7308 4812 4 (suppl. B). ISBN 0 7308 4809 4 (set). Septic tanks - Standards – South Australia.

[12] “Designing Subsurface Absorption Systems”, Technical Note No.SAN.2.D.l."Designing.Septic Tanks", (SAN.2.D.3)

[13] Schultheis, R. A. (2002), “Septic Tank/absorption Field Systems: A Homeowner's Guide to Installation and Maintenance”, University of Missouri-Columbia, Extension Division.

[14] Corey, R.B. and Tyler, E.J. (1978), “Effects of Water Softeners on the Permeability of Septic Tank SoilAbsorption Fields”, Champaign, Illinois.

[15] Hasan, M. (2009), “Predicting life expectancy of concrete septic tanks exposed to sulphate and biogenic sulphuric acid attack”.

[16] Morse, W. CPE. (2010), “An estimator's guide to policies, procedures, and strategies. How to the cost of a sanitary septic system”.

[17] Ip, I. Sulphur Attack on Concrete Tanks–A problem in the on-site wastewater industry that needs to be addressed.