علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره شانزدهم، شماره چهار، زمستان ۹۳

بررسی معیارهای انتخاب شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در اجتماعات کوچک (مطالعه موردی بندرطاهری استان بوشهر)

راضیه خان‌سفید[۱]

Fattaneh.khansefid@gmail.com

احمد ابریشم‌چی[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۳ **تاریخ پذیرش:** ۹۲/۱۰/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: در انتخاب نوع شبکه جمع‌آوری فاضلاب توسط یک مهندس طراح، در ابتدا بعد از مطالعه منطقه، بایستی موارد استفاده مشابه و نتایج بدست آمده از نوع شبکه انتخابی، بررسی گردد. در حال حاضر شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی (شبکه متعارف) بطور گسترده‌ای در اجتماعات کوچک کشور طراحی و اجراء می‌گردد، که هزینه‌های زیادی را در بر می‌گیرد. لذا شناخت و استفاده از شبکه‌های فاضلاب نامتعارف، شامل شبکه‌های تحت‌فشار، تحت‌خلأ، ثقلی با قطر کوچک و ساده شده، به‌علت هزینه‌های کمتر، لازم و ضروری است.

روش بررسی: در این تحقیق اطلاعات از طریق مطالعه کتب و گزارشات شرکت‌های مهندسین مشاور و استانداردهای داخلی و خارجی در زمینه شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب گردآوری و تجزیه و تحلیل گردیده و هر یک از انواع شبکه‌های جمع‌آوری و موارد استفاده از آن ها مورد بحث و بررسی قرار گرفته.

یافته‌ها: طبق مبانی اطلاعات بدست آمده گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری استان بوشهر به‌عنوان مطالعه موردی توسط نرم افزارهای Sewer CAD , Auto CAD , Arc GIS, Arc Map طراحی شده و سپس با توجه به فهرست بهاهای مربوطه آنالیز و برآورد اقتصادی می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج بررسی‌ها نشان‌دهنده برتری و انتخاب گزینه شبکه جمع‌آوری فاضلاب ساده شده با توجه به شرایط خاص منطقه و معیار حداقل هزینه‌های اجرایی و بهره‌برداری- نگه داری، می‌باشد.

کلمات کلیدی: شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف، سیستم تحت‌فشار (PSS)، سیستم تحت‌خلأ (VSS)، سیستم ثقلی با قطر کوچک (SDGS) و سیستم ساده‌شده (SS).

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست- گرایش آب و فاضلاب، گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران* (مسئول مکاتبات).

۲- استاد، دکترای منابع آب، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

مقدمه

شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب اجتماعات کوچک متفاوت از شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب اجتماعات بزرگ می‌باشند و این به دلیل درآمد کمتر اهالی ساکن این اجتماعات است که مسئولین را ملزم می‌سازد با کاهش هزینه‌های اجرایی و بهره برداری- نگهداری شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب این اجتماعات، ساکنان آن ها را قادر سازد که از عهده انجام این مهم برآیند (۱). تحقیقات و بررسی‌های انجام شده، نشان می‌دهد که هر یک از سیستم‌های شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در اجتماعات کوچک، به طور جداگانه در کشورهای خارج از جمله استرالیا، امریکا، برزیل و ... طراحی و اجرا شده است. لکن بررسی معیارهای انتخاب و مقایسه فنی- اقتصادی تمام این روش‌ها صورت نگرفته است، در ایران نیز تنها یک تحقیق با عنوان "ارزیابی فنی و اقتصادی بین شبکه متداول جمع‌آوری فاضلاب با روش جدید شبکه جمع‌آوری فاضلاب با قطر کوچک- (SDGS) " موجود بوده که به بررسی شبکه جمع-آوری فاضلاب متعارف ثقلی و SDGS دو روستای آسارا و حسنکدار شهرستان کرج پرداخته، همچنین در مقالات متعددی به بررسی ضوابط طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ویژه اجتماعات کوچک و نیز بهینه سازی سیستم جمع‌آوری فاضلاب جایگزین- فاضلابروی ثقلی با قطر کوچک SDGS به شیوه برنامه‌ریزی پویا پرداخته شده است، در سال ۱۳۸۷ علی‌اکبری و همکاران سه سیستم متعارف، SDGS و SS را در روستاهای زنجیره علیا، سرتنگ زنگوران و سراب ایوان استان ایلام به عنوان مطالعه موردی، بررسی فنی و اقتصادی نموده‌اند که منجر به برتری سیستم SDGS گردیده است (۲). با توجه به پیشینه تاریخی ایران در زمینه طرح‌های فاضلاب مانند شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخت جمشید، سیستم دفع فاضلاب مربوط به ارگ بم (۳) و تخصیص ۷۰ - ۹۰ درصد از کل هزینه‌های یک طرح فاضلاب به شبکه جمع‌آوری و انتقال (۴)، و همچنین این نکته که در ایران بخش عمده‌ای[۱] از مناطق شهری فاقد سیستم جمع‌آوری فاضلاب است (۵) شناخت و موارد استفاده از انواع مختلف شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف به‌علت هزینه کمتر این شبکه‌ها نسبت به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب متعارف، جهت انتخاب و توسعه این نوع شبکه‌ها در کشور الزامی است. شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در اجتماعات کوچک عبارت‌اند از: شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌فشار (PSS)[۲]، شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌خلأ (VSS)[۳]، شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی با قطر کوچک (SDGS)[۴] و شبکه جمع‌آوری فاضلاب ساده شده (SS)[۵] (۶). هدف از انجام این تحقیق شناخت و بررسی موارد استفاده از روش‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در اجتماعات کوچک و معیارهای انتخاب بهینه یکی از آن ها در این گونه از جوامع است. تا بدین طریق مشکل احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب در جوامع کوچک که اکنون یکی از معضلات این مناطق است، بررسی و مرتفع گردد. با بررسی و اجرای این تحقیق، کارایی، محاسن، معایب و شرایط بهینه استفاده از شبکه‌های مذکور برای جمع‌آوری فاضلاب جوامع کوچک مشخص خواهد شد و در نهایت راهکارهای انتخاب روش مناسب شبکه جمع‌آوری فاضلاب برای یک منطقه خاص با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی، اقلیمی، فنی و سایر موارد تأثیرگذار ارائه خواهد شد. از آنجا که روستای بندرطاهری استان بوشهر دارای وسعتی کم، فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب و همچنین در کنار دریای خلیج فارس واقع شده است به عنوان مطالعه موردی، بررسی شده و بهترین نوع شبکه پس از بررسی معیارهای فنی و معیارهای انتخاب این نوع شبکه‌ها با تأکید بر حداقل هزینه اجراء و بهره‌برداری- نگه داری انتخاب می‌گردد تا این شیوه الگویی مناسب جهت پروژه‌های مشابه در کشور

۱- البته با توجه به اینکه از سال ۱۳۸۵ تاکنون (سال ۱۳۹۱)، مدت ۱۰ سال و اندی گذشته است، تعداد زیادی از مناطق شهری کشور دارای سیستم جمع‌آوری فاضلاب شده‌اند، ولیکن بسیاری از مناطق کشور هنوز فاقد شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب هستند.

۲- Pressure Sewer System

۳-Vacuum Sewer System

٤- Small Diameter Gravity Sewer System

٥- Simplified Sewer System

باشد. این تحقیق در تاریخ ۹۱/۶/۲۰ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران- دانشکده محیط زیست و انرژی به پایان رسیده است.

روش تحقیق

این تحقیق به شیوه کتابخانه‌ای بوده و از طریق مطالعه و بررسی کتب، مقالات، گزارشات و اسناد ، استانداردهای داخلی و خارجی در زمینه شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در سطوح بین المللی، ملی و محلی به صورت تحلیلی و تطبیقی با توجه به شرایط محیطی کشور، و استفاده از نرم‌افزارهای طراحی مربوطه با تدقیق مطالعات و موضوعات روز جهان در این رابطه انجام پذیرفته است. تحقیق پیش‌رو با تمرکز بر دو عامل اساسی، اول شناخت انواع شبکه‌های نامتعارف، بررسی معیارهای فنی- مهندسی و طراحی گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف و دوم معیارهای انتخاب شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف با تأکید بر حداقل هزینه اجراء و بهره‌برداری- نگه داری انجام گرفته است، در ذیل روش انجام مطالعات به تفضیل بیان شده است.

معیارهای فنی و طراحی گزینه‌های مختلف شبکه جمع-آوری فاضلاب

پس از گردآوری اطلاعات که از طریق مراجعه به شرکت آب و فاضلاب روستایی استان بوشهر، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور سابق)، سازمان جغرافیایی ارتش، سازمان هواشناسی کشور، مرکز آمار ایران، پیمایش‌های محلی در سطح روستای بندرطاهری (مشاهدات و برداشت‌های میدانی (پرسشنامه‌های مختلف))، شرکت‌های مهندسین مشاور مرتبط صورت می‌پذیرد و سپس با تلفیق اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع و مراجع مختلف، رویکردی "کل نگر" در مواجهه با انتخاب گزینه بهینه شبکه جمع‌آوری فاضلاب تدوین می‌گردد. اطلاعات گردآوری شده، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند تا امکانات و محدودیت‌های هریک از روش‌ها تعیین گردند. در این روند، از پردازش رایانه‌ای، اطلاعات حاصل از نرم‌افزارهای Arc MAP , Arc GIS , Auto CAD , Sewer CAD , Excel و آنالیز و برآورد اقتصادی (متره و برآورد) توسط برنامه‌های مربوطه بهره گرفته شده است. و در ادامه هر یک از گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در روستای بندرطاهری استان بوشهر طراحی و هزینه کلی طرح (هزینه اجراء، بهره‌برداری- نگه داری)، محاسبه می‌گردد .

معیارهای انتخاب شبکه جمع‌آوری فاضلاب با تأکید بر حداقل هزینه اجراء و بهره‌برداری- نگه داری

پس از طراحی گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب با در نظر گرفتن معیارهای انتخاب نوع شبکه که در درجه اول قابلیت اجراء و در نهایت حداقل هزینه کلی طرح (هزینه اجراء، بهره‌برداری- نگه داری) می‌باشد، اقدام به اولویت‌بندی و در انتها انتخاب گزینه بهینه شبکه می‌گردد.

یافته‌ها و نتایج

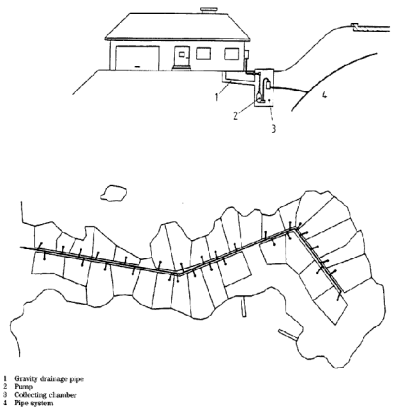
- **شناخت سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب به روش نامتعارف**

در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی مشخص شد که هزینه شبکه جمع‌آوری فاضلاب ثقلی متعارف در جوامع کوچک و مناطق روستایی هزینه تصفیه و دفع فاضلاب را تحت‌الشعاع خود قرار داده و مشخص شد کارهای جمع‌آوری فاضلاب بسیار پر هزینه است، لذا تلاش بر این شد که شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب جدیدی با هزینه کمتر ابداع شود تا بتواند نیازهای جوامع کوچک و روستایی را مرتفع ساخته و بیش از ۸۰٪ کارایی یک شبکه و تصفیه‌خانه متمرکز را در برگیرد (۱).

✓شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌فشار (PSS) Pressure Sewer System

شبکه جمع‌آوری تحت‌فشار برای اولین‌بار در سال ۱۹۵۶ به وسیله مورتیمرکلیفت در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت (۱). در این روش فاضلاب خانه‌ها ، اماکن عمومی و مراکز تجاری و فاضلاب‌های صنعتی در یک مخزن سپتیک جمع‌آوری شده و خروجی مخزن توسط یک تلمبه‌خانه به خط اصلی جمع‌آوری

فاضلاب متصل می‌شود. در این شبکه ممکن است بجای مخزن سپتیک از آسیابی مخصوص برای تبدیل مواد جامد درشت به مواد جامد ریز استفاده شود. در این شبکه قطر لوله‌های فرعی و اصلی کوچکتر از قطر لوله مشابه در شبکه متعارف جمع‌آوری فاضلاب است و چون شبکه به صورت تحت فشار عمل می‌نماید، نیازی به منهول ندارد و فقط در خطوط اصلی به جای منهول از محفظه تنظیف استفاده می‌شود (۷). سیستم فاضلابرو تحت-فشار دارای دو نوع سیستم پمپاژ پساب سپتیک‌تانک (STEP) و سیستم پمپ خردکننده (GP) تقسیم می‌شوند (۶). شکل ۱ مثالی از یک سیستم جمع‌آوری فاضلاب به روش تحت‌فشار را نشان می‌دهد.



شکل۱- مثالی از یک سیستم جمع‌آوری فاضلاب به روش PSS با اتاقک جمع‌کننده، سیستم پمپ و لوله (۸)

✓شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌خلأ (VSS) Vacuum Sewer System

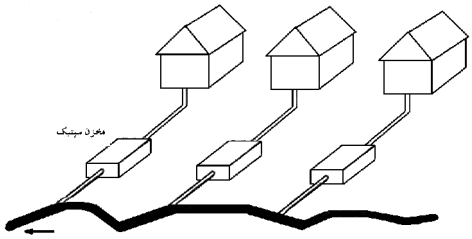
سیستم فاضلابروی تحت‌خلأ از سال ۱۹۷۰ به بعد مورد استفاده قرار گرفته است (۱). در این سیستم فاضلاب از محل تولید (خانه‌ها، اماکن عمومی، مراکز تجاری و غیره) ابتدا به یک محفظه وارد می‌شود، وقتی سطح فاضلاب در محفظه به حد معینی رسید هوای بالای محفظه تحت فشار واقع شده و ازدیاد فشار باعث می‌شود که سیستم فرماندهی شیر خلأ را فعال کرده و آن را باز کند تا فاضلاب را به شبکه جمع‌آوری تخلیه نماید. پس از تخلیه محفظه، دوباره شیرهای خلأ بسته شده و این چرخه براساس نحوه تنظیم سیستم تکرار می‌شود . فاضلاب توسط خطوط اصلی شبکه تحت‌خلأ به مخزن فاضلاب انتقال یافته و سپس توسط پمپ فاضلاب به تصفیه‌خانه منتقل می-شود. در این سیستم نیز قطرهای لوله‌های فاضلاب کوچک تر از لوله‌های مشابه در شبکه متعارف جمع‌آوری فاضلاب می‌باشد و به منهول نیازی نیست (۷). شکل ۲ نمایی از یک سیستم جمع‌آوری فاضلاب به روش تحت‌خلأ را نشان می‌دهد.

1 Vacuum sewer
2 Vacuum station
3 Seweage treatment works

شکل۲- نمایی از یک سیستم شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌خلأ (VSS) (۹)

✓شبکه جمع‌آوری فاضلاب با قطر کوچک Small Diameter Gravity Sewer System (SDGS)

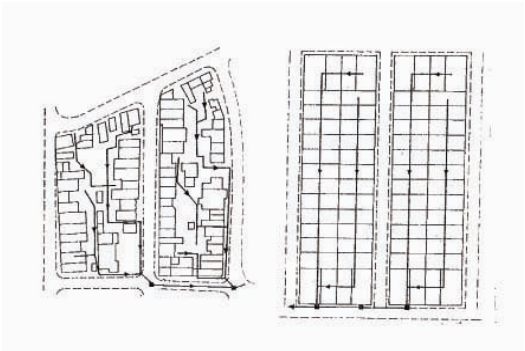
ایده استفاده از شبکه فاضلابرو ثقلی با قطر کوچک در اوایل قرن ۱۹ در آمریکا مطرح شد ولی اولین کاربرد عملی آن از سال ۱۹۶۰ در استرالیا شروع شده است. هزینه اجرای این نوع سیستم بین ۶۵-۳۰ درصد کمتر از شبکه فاضلابرو ثقلی متعارف و هزینه نگه داری و بهره‌برداری این سیستم نیز پایین‌تر می‌باشد، در آمریکا دو نوع مختلف از این سیستم‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، با شیب متغیر و با حداقل شیب (۴). در این سیستم فاضلاب از محل تولید (خانه‌ها، اماکن عمومی و غیره) ابتدا به یک مخزن سپتیک با زمان ماند حدود یک شبانه روز منتقل می‌شود. در این مخزن مواد قابل ته‌نشینی فاضلاب از آن جدا می‌شود. به این ترتیب امکان رسوب مواد جامد در لوله-های جمع‌آوری فاضلاب محدود است و لازم نیست سرعت حرکت فاضلاب در لوله زیاد باشد. درنتیجه قطر و شیب لوله-های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب در این سیستم در مقایسه با لوله‌های مشابه سیستم متعارف جمع‌آوری فاضلاب بسیار کوچک است (۷). شکل ۳ یک سِستم فاضلابروی ثقلی با قطر کوچک را نشان می‌دهد.



شکل ۳- سیستم فاضلابروی ثقلی با قطر کوچک (SDGS) (۱۰)

✓شبکه جمع‌آوری فاضلاب به روش ساده‌شده (SS) Simplified Sewer System

این سیستم در اوایل دهه ۱۹۸۰ به وسیله شرکت آب و فاضلاب کرن در شمال شرق برزیل به صورت یک شبکه مشترک مورد استفاده قرار گرفت و در حال حاضر به صورت گسترده‌ای در برزیل و مناطقی از آمریکای لاتین و آفریقا و آسیا مورد استفاده قرار می گیرد. شبکه ساده‌شده جمع‌آوری فاضلاب عبارتست از یک سیستم جمع‌آوری که برای دریافت کل فاضلاب خانگی بدون رسوبات داخل مخازن جداکننده جامدات (سپتیک تانک) طراحی می‌شود و مشابه شبکه جمع‌آوری فاضلاب متعارف است اما بدون مشخصه‌های محافظه‌کارانه آن. فاضلابروهای با قطر کم که در گرادیان‌های کم عمق قرار دارند، برای انتقال فاضلاب و غالباً داخل بلوک‌های مسکونی قرار می‌گیرند، شکل ۴ طرح‌های کلی معمولی شبکه جمع‌آوری ساده‌شده برای مناطق مسکونی برنامه‌ریزی‌نشده و برنامه‌ریزی شده را نشان می‌دهد (۱۱).



شکل ۴- طرح‌های کلی معمولی شبکه جمع‌آوری ساده‌شده

برای مناطق مسکونی برنامه‌ریزی‌نشده و برنامه‌ریزی شده (۱۱)

- **مزایا، معایب شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف از مهم ترین مزایای شبکه‌های نامتعارف می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:**
  - استفاده از لوله‌های پلاستیکی با قطر کم
  - کاهش فشار مالی به جامعه و انشعاب گیرنده به‌علت ارزانی و سهولت نصب لوله‌های پلاستیکی با قطر کم و در عمق کم
  - امکان نصب آن ها در اطراف برکه‌ها، دریاچه‌ها، درختان، منازل و دیگر موانع، که این امر باعث صرفه‌جویی مالی و تخریب کمتر محیط‌زیست می‌گردد
  - حذف و یا به حداقل رساندن نفوذ آب زیرزمینی و نفوذ آب باران به شبکه
  - عدم نیاز به شیب بندی لوله‌ها و ساخت منهول
  - احتمال تماس کارگران با گاز H_2S کاهش می‌یابد.

ازمهم ترین معایب شبکه‌های نامتعارف می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نیاز به تجهیزات برقی- مکانیکی و سایر ملزومات (احداث سپتیک تانک و ...)
- هزینه‌های بهره‌برداری و نگه داری بالا
- افزایش مشکلات و افزایش نیاز به نگه داری شبکه و هزینه های تعمیر
- نیاز به کادر متخصص بهره‌بردار، آموزش و مشارکت مردمی (۱).

- **موارد کاربرد شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف**

✓ **شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌فشار (PSS) Pressure Sewer System**

این نوع شبکه در مناطق سنگلاخی، مناطق با سطح بالای آب‌های زیرزمینی، مناطق دارای پستی و بلندی زیاد، مناطقی با منازل پراکنده، مناطقی با زمین کاملاً مسطح و مناطق دارای منازل زیرزمینی گود کاربرد دارد (۸).

✓ **شبکه جمع‌آوری فاضلاب تحت‌خلأ (VSS) Vacuum Sewer System**

این نوع شبکه در زمین‌های مسطح، مناطق با سطح بالای آب زیرزمینی، مناطق دارای خاک های سست و زمین‌های سنگلاخی و مناطق تپه ماهوری با تغییرات بسیار کم رقوم ارتفاعی، توسعه شهر در مناطق روستایی کاربرد دارد (۹).

✓ **شبکه جمع‌آوری فاضلاب با قطر کوچک (SDGS) Small Diameter Gravity Sewer System**

این نوع شبکه در اجتماعات کوچک، منازل پراکنده در کنار دریا، جاده‌ها و نظایر آن کاربرد دارد (۱۱). همچنین در محل هایی که به علت نامناسب بودن بافت و ساختمان خاک، بالابودن سطح آب زیرزمینی و کم بودن شیب زمین احداث شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب هزینه بیشتری دارد، مناسب هستند. شایان ذکر است که شبکه جمع‌آوری فاضلاب ته نشین شده برای مناطقی که قبلاً مخزن سپتیک داشته ولی به‌علت گرفتگی خلل و فرج خاک و یا بالارفتن مقدار مصرف آب ادامه دفع فاضلاب خروجی از مخزن سپتیک در خاک ممکن نیست، بسیار مناسب می باشد (۱۲).

✓ **شبکه جمع‌آوری فاضلاب به روش ساده-شده (SS) Simplified Sewer System**

این نوع شبکه در مناطق شهری با تراکم جمعیتی بالا و کم درآمد، مناطق روستایی و شهری با درآمد بالا اصولاً در برزیل، در مناطقی که استفاده از سپتیک‌تانک برای دفع فاضلاب آن ها امکان‌پذیر نباشد کاربرد دارد (۱۳).

- **معیارهای طراحی سیستم‌های نامتعارف شبکه جمع-**

آوری فاضلاب

هنگام طراحی سیستم جمع‌آوری فاضلاب برای یک اجتماع کوچک باید عوامل زیر بررسی و اطلاعات لازم در مورد آن ها طراحی شود.

الف- ارزیابی ویژگی‌های منطقه (توپوگرافی، عمق و ضخامت خاک، سطح آب زیرزمینی، عمق ناحیه یخبندان)

ب- کمیت و کیفیت فاضلاب

ج- جمعیت و ویژگی‌های رشد آن

پس از مشخص کردن این عوامل، طراح می‌تواند میزان جریان طراحی و هیدرولیک سیستم را مشخص کند (۶).

جدول ۱- معیارهای طراحی سیستم فاضلابروی تحت‌فشار (PSS) - نوع STEP (۶)

پارامتر	واحد	گستره	مقدار معمول
قطر لوله‌های فرعی	in	۲- ۱/۲۵	۱/۵
	mm	۳۰-۵۰	۴۰
قطر لوله‌های اصلی	in	۴-۸	۶
	mm	۱۰۰-۲۰۰	۱۵۰
عمق ترانشه*	in	۲۴-۳۶	۳۰
	cm	۶۰-۹۰	۷۵
فواصل شیرهای شستشو	ft	۴۰۰-۱۰۰۰	۵۰۰
	m	۱۲۰-۳۰۰	۱۵۰
میزان جریان	gal/min	۶ -۹	۷
	Lit/min	۲۳-۳۴	۲۷

* در منطقه سرد عمق یخبندان (در غیر این صورت عایق یا سیستم گرم کردن لوله استفاده می‌شود)

جدول۲- معیارهای طراحی سیستم فاضلابروی تحت‌فشار (PSS) - نوع GP (۶)

پارامتر	واحد	گستره	مقدار معمول
توان	Kw	۰/۷۵ -۳/۷	۱/۵
فشار لوله خروجی	Lb/in^2	۳۰-۴۰	۳۵
	Kg/m^2	۲۱۰۹۲-۲۸۱۲۳	۲۴۶۰۷
میزان جریان خروجی	gpm	۵ -۲۵	۱۲
	Lit/min	۱۸/۹۳-۹۴/۶۴	۴۵/۴۳
قطر لوله از پمپ تا لوله اصلی	in	۱-۲	۱/۲۵
	mm	۲۵ -۵۰	۳۰
قطر لوله اصلی	in	۲-۱۲	۸
	mm	۵۰-۳۰۰	۲۰۰

۳- معیارهای طراحی سیستم فاضلابروی تحت‌خلأ (VSS) (۶)

پارامتر	واحد	گستره	مقدار معمول
ارتفاع سطح فاضلاب در شیر تخلیه خلأ	cm	۱۰۰- ۷/۵	۷۵
نسبت هوا به مایع	-	۱-۱۰	۲
خلأ ایجاد شده در سیستم جمع‌آوری	mH_2O	۷۵-۳۰	۴۰
عمق ترانشه	cm	۱۵۰-۹۰	۱۲۰
منازل تحت‌پوشش هر چاهک جمع‌آورنده	-	۴-۱	۲
قطر خط لوله فرعی سرویس	cm	۱۰ -۵	۷/۵
	mm	۱۰۰-۵۰	۷۵
قطر خط لوله اصلی	cm	۲۵-۱۰	۱۵
	mm	۲۵۰-۱۰۰	۱۵۰
زمان کارکرد پمپ خلأ	h/d	۵-۳	۴

جدول ۴- معیارهای طراحی سیستم فاضلابروی ثقلی با قطر کوچک (SDGS) (۶)

پارامتر	واحد	گستره	مقدار معمول
قطر لوله‌های فرعی	in	۲-۴	۳
	mm	۵۰-۱۰۰	۷۵
قطر لوله‌های اصلی	in	۴-۸	۶
	mm	۱۰۰-۲۰۰	۱۵۰
عمق ترانشه	in	۲۴-۳۶	۳۰
	cm	۶۰-۹۰	۷۵
فواصل شیرهای شستشو	ft	۱۰۰۰-۴۰۰	۵۰۰
	m	۳۰۰-۱۲۰	۱۵۰
میزان جریان هر انشعاب	gal/min	۱-۰/۱	۰/۴
	Lit/min	۳/۷۹-۰/۳۸	۱/۵۱

جدول ۵- ملاحظات طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب ساده شده (SS) (۱۴)

پارامتر	محدوده
نیروی کششی	حداقل ۱ N/m^2
نسبت بین عمق جریان به قطر فاضلابرو	۷۵-۲۰ درصد
حداقل قطر	۷۵ -۱۰۰ mm
حداقل عمق فاضلابرو	در پیاده‌رو ۶۵ cm در خیابان ۹۵ -۱۵۰ cm
نوع لوله‌های مورد استفاده	PVC
حداقل شیب	تا قطر ۱۰۰ mm، ۱:۸۰ -۱:۴۰ و با قطر ۱۵۰mm، ۱:۱۵۰

جدول ۶- مقایسه معیارهای مهم طراحی سیستم‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب (۴) و (۱۴)

پارامتر / نوع شبکه	شبکه فاضلابرو مکشی (VSS)	شبکه فاضلابرو ثقلی با قطر کوچک (SDGS)	شبکه فاضلابرو تحت‌فشار (PSS)		شبکه فاضلابرو ساده‌شده (SS)
			با پمپ خردکننده (GP)	با سپتیک‌تانک (STEP)	
ضریب حداکثر	$\frac{5}{p^{0.167}}$	$0.6\times\frac{5}{p^{0.167}}$	$\frac{5}{p^{0.167}}$	$0.6\times\frac{5}{p^{0.167}}$	$\frac{5}{p^{0.167}}$
ضریب حداقل	$\frac{p^{0.167}}{5}$	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	کاربرد ندارد	$\frac{p^{0.167}}{5}$
حداقل قطر(mm)	۷۵	۱۰۰	۷۵	۷۵	۵۰
سرعت شستشو (m/s)	۴/۶-۵/۵	۰/۴۵	۰/۶-۰/۹	۰/۳	ندارد*

*براساس حداقل تامین تنش برشی ۱ پاسکال

مطالعه موردی

روستای بندر طاهری روستای بندرطاهری (سیراف) با وسعت ۲۸۹ هکتار در دهستان طاهری از شهرستان کنگان از استان بوشهر قرار گرفته و فاصله آن از مرکز کنگان حدود ۴۲ کیلومتر است، ارتفاع روستای بندرطاهری از سطح دریا حدود ۵ تا ۱۰ متر است، بندرطاهری بر روی کوهپایه‌های زاگرس و واریزه‌های حاصل از ارتفاعات در دامنه‌ها تجمع یافته است (۱۵). ارتفاعات حاشیه بندرطاهری با شیبی ملایم به سمت خلیج فارس گسترده شده‌اند. شیب عمومی روستای بندرطاهری از سمت شمال به جنوب است، اقلیم این منطقه خشک ساحلی گرم و عمق سطح آب های زیرزمینی در حد فاصل ۱۲-۲ متر می‌باشد (۱۶). با توجه به مطالب فوق به نظر می‌رسد استفاده از شبکه های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف برای این منطقه مناسب باشد. لذا معیارهای کلی طراحی گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف روستای بندرطاهری در جدول ۷ بررسی و اولویت بندی می‌گردد.

شکل ۵- نمایی از ساحل ماسه‌ای روستای بندرطاهری استان بوشهر (۱۶)

نقشه ۱- موقعیت جغرافیایی روستای بندرطاهری در استان بوشهر با استفاده از نرم افزار Google Earth

جدول ۷- اولویت‌بندی گزینه‌های شبکه جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف روستای بندرطاهری استان بوشهر

معیار	میزان	سیستم پیشنهادی	توضیحات
تراکم جمعیت	۱۳۵ نفر در هکتار	SS یا SDGD	تراکم جمعیت ۷۵ تا ۲۵۰ نفر در هکتار و تراکم متوسط منظور می‌شود
شیب منطقه	زیاد	SS	شیب ۱۰ تا ۵۰ در هزار، شیب زیاد منظور شده است
عرض معابر	در برخی مناطق نامناسب	SS	جهت عبور ماشین‌آلات احداث و تخلیه لجن مخازن سپتیک
جمعیت	۲۴۲۲۸ نفر	SS	بیش از ۵۰۰۰ نفر جمعیت زیاد منظور شده است
جمعیت فصلی روستا	کم	SS	-
وضعیت سیستم آبرسانی	مطلوب	SS	در طی پیمایش و اطلاعات اخذ شده از شرکت آب و فاضلاب روستایی بوشهر
جنس معابر سنگی یا سطح آب زیرزمینی بالا	برخی مناطق معابر سنگی و برخی مناطق آب زیرزمینی بالا	SS	-

همان طور که ملاحظه می‌گردد، گزینه SS از اولویت بیشتری نسبت به SDGS برخوردار است. علیرغم این توصیه، انتخاب گزینه مناسب شبکه فاضلاب روستای بندرطاهری با توجه به مبانی و مفروضات در جدول ۸ بعد از طراحی و بررسی معیارهای فنی گزینه‌های مختلف توسط برنامه Sewer CAD و متره و برآورد آن ها بیان می‌گردد.

جدول۸- مبانی و مفروضات شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در روستای بندرطاهری (۱۷)

مبانی و مفروضات	سیستم ساده‌شده (SS)		سیستم ثقلی با قطر کوچک (SDGS)		سیستم تحت-فشار(PSS)		سیستم تحت‌خلأ (VSS)	
	ابتدای طرح	انتهای طرح	ابتدای طرح	انتهای طرح	ابتدای طرح	انتهای طرح	ابتدای طرح	انتهای طرح
دوره طرح	۱۳۹۰	۱۴۱۵	۱۳۹۰	۱۴۱۵	۱۳۹۰	۱۴۱۵	۱۳۹۰	۱۴۱۵
جمعیت (نفر)	۹۵۱۲	۲۴۲۲۸	۹۵۱۲	۲۴۲۲۸	۹۵۱۲	۲۴۲۲۸	۹۵۱۲	۲۴۲۲۸
ضریب بهره‌برداری	۶۵ درصد	۱۰۰ درصد	۶۵ درصد	۱۰۰ درصد	۶۵ درصد	۱۰۰ درصد	۶۵ درصد	۱۰۰ درصد
جمعیت تحت‌پوشش (نفر)	۶۱۸۳	۲۴۲۲۸	۶۱۸۳	۲۴۲۲۸	۶۱۸۳	۲۴۲۲۸	۶۱۸۳	۲۴۲۲۸
سرانه فاضلاب (لیتر در روز)	۹۸		۹۸		۹۸		۹۸	
ضریب حداکثر جریان	-		$K_{max} = ۱.۵۰ + (۲.۵۰/Q_{ave})^{۰.۵۰}$ [1]		-		-	
حداکثر میزان جریان	-		$Q_{max} = ۰.۰۳۵*N+۰.۰۳$ [2]		Q = ۱.۹ N * + ۷۵.۶۰		Q = ۱.۹ N * + ۷۵.۶۰	
ضریب حداکثر جریان	۱/۵۰		۱/۶۰ [3]		-		-	
سرانه نشتاب (لیتر در روز)	۳۲	۲۸	۳۶	۳۱	۰		۰	
سرعت شستشو (متر بر ثانیه)	۰/۵۰		۱/۵۰		کمتر از ۰/۳۰		۴/۵۰ – ۵/۵۰	
حداقل شیب (در هزار)	تأمین تنش برشی ۱ پاسکال		-		-		۰/۲۰ درصد	
حداقل عمق کارگذاری (متر)	قطر لوله (برحسب متر) +۱		قطر لوله (برحسب متر) +۱		۷۵ سانتیمتر		۱/۲۰ متر	
حداقل ارتفاع فاضلاب در لوله	۰/۲ قطر لوله		-		۱۰۰ درصد به جز در موارد استثنایی		-	
حداکثر ارتفاع فاضلاب در لوله	۰/۸۰ قطر لوله		برابر قطر لوله		۱۰۰ درصد		-	
حداقل قطر لوله	۱۷۰ میلیمتر		۱۲۵		۵۰ میلیمتر		۵۰ میلیمتر	

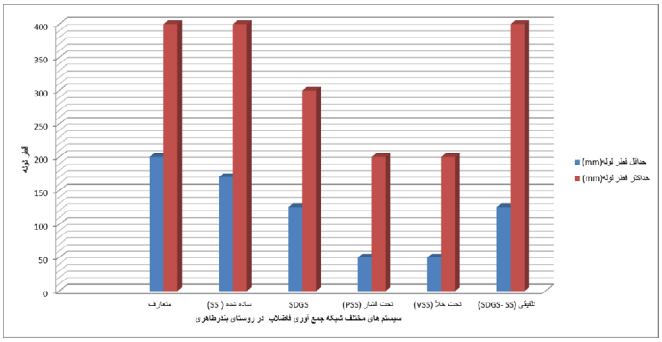
*N: تعداد EDU (واحد منزل معادل) تحت پوشش.

۱ : ضریب حداکثر دبی‌های متوسط روزانه بیش از ۰/۴۰ لیتر بر ثانیه

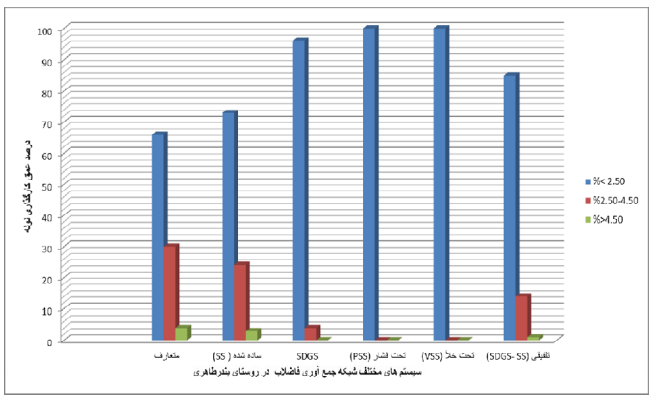
۲: حداکثر دبی‌های متوسط روزانه کمتر از ۰/۴۰ لیتر بر ثانیه و تعداد خانوار کمتر از ۴۵

۳: ضریب حداکثر دبی‌های متوسط روزانه کمتر از ۰/۴۰ لیتر بر ثانیه و تعداد خانوار بیشتر از ۴۵

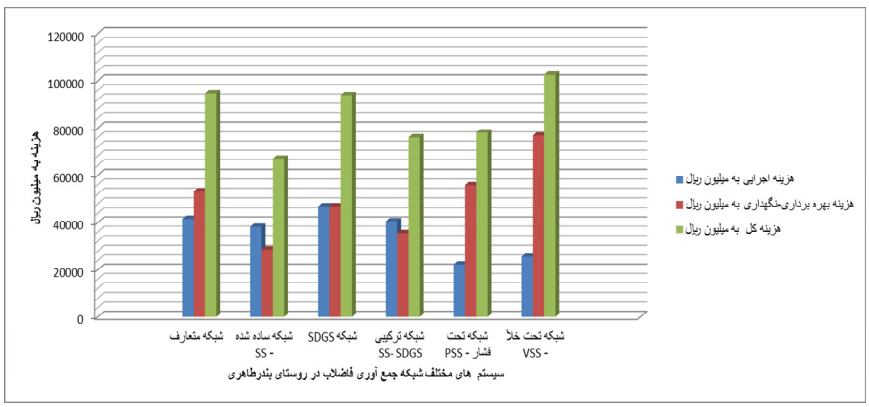
پس از طراحی گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری، نتایج زیر از نظر فنی و اقتصادی بدست آمد. نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب مقایسه حداقل و حداکثر قطر لوله‌ها و درصد عمق کارگذاری لوله‌ها را در گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری نشان می‌دهد. در انتها گزینه‌های مختلف با در نظر گرفتن معیارهای انتخاب گزینه بهینه که همانا قابلیت اجراء و حداقل هزینه کل (هزینه-های اجرایی و بهره‌برداری- نگه داری) می‌باشد، اولویت‌بندی شده و گزینه بهینه انتخاب می‌گردد.



نمودار ۱- مقایسه حداقل و حداکثر قطر لوله‌ها در گزینه‌های مختلف شبکه فاضلاب روستای بندرطاهری



نمودار ۲- مقایسه درصد عمق کارگذاری لوله‌ها در گزینه‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری



نمودار ۳- مقایسه هزینه‌های اجرایی، هزینه‌های بهره‌برداری- نگه داری و هزینه کل شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری در گزینه‌های مختلف در سال ۱۳۹۱[1]

۱- این برآورد بر اساس فهرست بهای شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب و ابنیه سال ۱۳۸۸ و همچنین استفاده از ضریب تعدیل این سال (سال ۱۳۸۸) به سال ۱۳۹۱ تهیه شده است.

جدول ۹- اولویت‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین گزینه شبکه جمع‌آوری فاضلاب روستای بندرطاهری از نظر هزینه کل

شرح	اولویت
شبکه ساده شده - SS	۱
شبکه ترکیبی SS-SDGS	۲
شبکه تحت‌فشار - PSS	۳
شبکه SDGS	۴
شبکه متعارف	۵
شبکه تحت‌خلأ - VSS	۶

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از بررسی‌های انجام شده بر روی معیارهای انتخاب نوع شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در این تحقیق (قابلیت اجراء و حداقل هزینه کل (هزینه‌های اجرایی و بهره-برداری- نگه داری))، پس از شناخت، موارد کاربرد و معیارهای طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف، نشان دهنده آن است که در طرح فاضلاب روستای بندرطاهری سیستم ساده شده (SS) بهترین سیستم جمع‌آوری فاضلاب از نظر قابلیت اجراء و حداقل هزینه می‌باشد. همچنین همان طور که ملاحظه می‌شود اکثر سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف در اولویت بالاتری نسبت به سیستم جمع‌آوری فاضلاب متعارف بوده که بیانگر مناسب بودن این نوع سیستم‌ها در اجتماعات کوچک است. به طورکلی پیشنهاداتی که برای انتخاب نوع شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در اجتماعات می‌توان در نظر گرفت به قرار زیر است:

- شناخت و موارد کاربرد شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف، بسیاری از مهندسان کشور شناخت کاملی از انواع شبکه‌های

جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف و معیارهای فنی طراحی آن ها نداشته و همچنین در کشورمان استانداردهای طراحی مدون برای این نوع از گزینه‌ها تاکنون وجود نداشته است، که این تحقیق می‌تواند مسئولین را مجاب به تدوین استانداردهای معیارهای طراحی شبکه‌های نامتعارف نماید.

- قبل از تصمیم‌گیری و انتخاب نوع شبکه جمع‌آوری فاضلاب یک منطقه، ابتدا مطالعات جامع و کاملی با توجه به شرایط منطقه بر روی قابلیت اجرایی بودن انواع شبکه‌ها با تأکید بر حداقل هزینه کلی صورت گیرد، چرا که طبق تحقیق حاضر، هزینه کلی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتعارف بسیار کمتر از هزینه‌های شبکه متعارف است.

- پروفسور دانکن مارا معتقد است که سیستم‌های خاص جمع-آوری فاضلاب اجتماعات کوچک را می‌توان - با توجه به کم هزینه بودن- برای اجتماعات بزرگ نیز لحاظ کرد. لذا با توجه به هزینه زیاد جمع‌آوری فاضلاب در اجتماعات بزرگ، این نکته قابل تأمل است. در پایان لازم به یادآوری است که نتایج حاصل در پژوهش حاضر را می‌توان جهت پروژه‌های مشابه در سراسر کشور استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از زحمات بیدریغ مرحوم دکتر سیدمحمود برقعی که در انجام این تحقیق یاری رسانیده، تشکر و قدردانی می نمایند. همچنین از همکاری صمیمانه مدیر عامل محترم شرکت مهندسین مشاور فرپاک جناب آقای مهندس شفیعی کمال تشکر را دارند.

منابع

۱. Kreissl, J., Behrend, G.R., Burden, D.G., Corwin, B., Deal, G.D., Hamman, D.K., Linahan, D.V., Lombardo, P., Mowry, J.C., Naret, R., Stump, P.L., Walski, Th.M. and Wanna, M. (۲۰۰۸). Alternative Sewer Systems, WEF Manual of Practice No. FD -۱۲ Second Edition, MCGraw-Hill Companies, Inc., USA. New York.

۲. خان‌سفید، راضیه، (۱۳۹۱). مقایسه و بهینه‌سازی فنی- اقتصادی بین شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب به روش متعارف و نامتعارف (تحت‌فشار، تحت‌خلأ،

SS ،SDGS) برای جوامع کوچک شهری و روستایی- مطالعه موردی روستاهای استان بوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، صفحات ۷۱-۷۵.

۳. کرمی، م. ا، پورلک، م، (۱۳۸۷). "ارزیابی تأسیسات آب و فاضلاب از دیدگاه تعمیرات و نگه داری بهره ور جامع (TPM)"، دومین همایش آب و فاضلاب با رویکرد بهره‌برداری، تهران- ایران.

٤. Mara. D. (۱۹۹۶). Low-Cost Sewerage. Chi Chester: John wiley & Sons Ltd, USA. New York.

۵. افشار، محمدهادی، ستوده، محمدهادی، (۱۳۸۵). کاربرد برنامه‌ریزی غیرخطی در بهینه سازی طراحی شبکه‌های فاضلاب، فصلنامه علمی و پژوهشی شریف، شماره ۳۵، ۲۵-۲۶ .

٦. موسوی، سید غلامرضا، (مؤلف و مترجم) (۱۳۸۷). «شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب (اصول، طراحی، ساخت) ». چاپ اول، تهران: انتشارات حفیظ، ۱۸۷، ۱۸۹، ۱۹۲، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۲۱، ۲۳۳.

۷. عظیمی، علی‌اکبر، (۱۳۷۸) . تعیین راهکارهای دفع بهداشتی فاضلاب روستایی، انتشارات وزارت جهادسازندگی- معاونت عمران و صنایع روستایی (اداره کل آب و فاضلاب روستایی) ، صفحات ۲۰ - ۲۵ .

۸. British Standards Institution (۱۹۹۷). Pressure Sewerage Systems outside building. BS EN ۱۶۷۱, London: BSI.

۹. British Standards Institution (۱۹۹۷). Vacuum Sewerage Systems outside building. BS EN ۱۰۹۱, London: BSI.

۱۰. EPA (۱۹۹۱). Manual Alternative Wastewater Collection Systems. Report No. EPA/۶۲۵/۱-۹۱/۰۲۴. Washington, DC: Environmental Protection Agency.

۱۱. مارا، دانکن. (نویسنده) صراف‌پور، رضا (مترجم) (۱۳۷۸). «بهسازی شهری با روش‌های ارزان » . چاپ اول، تهران: انتشارات تیمورزاده، ۹۶، ۱۱۰ - ۱۱۲.

۱۲. تائبی، ام، (۱۳۷۶). "سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب نامتداول- گزینه‌های مناسب برای بسیاری از جوامع"، سمینار سومین همایش بررسی مشکلات مبتلا به صنعت آب و فاضلاب کشور، تهران- ایران.

۱۳. Mara, D. and Broome, J. (۲۰۰۸). Sewerage: a return to basics to benefit the poor. Ice., England.

۱٤. ذالنوری، ا، رشیدی مهرآبادی، ع، آسفی، ح، (۱۳۸۷). "بررسی ضوابط طراحی شبکه‌های جمع-آوری فاضلاب ویژه اجتماعات کوچک"، دومین همایش آب و فاضلاب با رویکرد بهره‌برداری، تهران- ایران.

۱۵. شیخوزاده، موسی، (۱۳۸۶) . سالنامه آماری استان بوشهر سال ۱۳۸۵، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی استانداری استان بوشهر، نشریه شماره۴۰۱، صفحات ۳ - ۱۰.

۱٦. شرکت مهندسین مشاور فرپاک، (۱۳۸۵). طرح فاضلاب روستاهای دویره، احمدی و بندرطاهری، گزارش مطالعات مرحله اول، صفحات ۱۲، ۲۴- ۲۸.

۱۷. شرکت مهندسین مشاور فرپاک، (۱۳۸۹). طرح فاضلاب روستاهای دویره، احمدی و بندرطاهری، گزارش مطالعات مرحله دوم، ۵، ۲۰ – ۴۵.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.