

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

## "سیستم‌های فاضلاب و مکشی"

### کاربردهای تکنولوژی

فاضلاب‌روهای مکشی می‌توانند آلترناتیوی اقتصادی بجای فاضلاب‌روهای ثقلی متعارف تحت یک یا چند شرط از موارد ذیل باشند: توپوگرافی مسطح یا زمین‌های هموار با تغییرات کم در رقوم ارتفاعی، سطح آب زیرزمینی بالا، تراکم جمعیتی کم و وجود بستر سنگی در عمق‌های کم. سیستم‌های فاضلاب مکشی بخصوص در قطرهای کوچک مشکلات بو و خوردگی را ندارند.

### توصیف فرایند

یک سیستم فاضلاب مکشی (شکل 1) از 3 زیرسیستم اصلی تشکیل شده است: ایستگاه جمع‌آوری مرکزی، شبکه جمع‌آوری و تأسیسات در محل. مکش توسط ایستگاه مرکزی ایجاد و از طریق سیستم جمع‌آوری این حالت در سراسر منطقه تحت پوشش تسری پیدا می‌کند. فاضلاب خام به واسطه لوله کشی‌های انجام شده و بصورت ثقلی به تانک نگه دارنده در محل هدایت می‌شوند. زمانی که حدود 10 گالن فاضلاب جمع‌آوری شد، شیر رابط مکش برای چند ثانیه باز و اجازه می‌دهد که فاضلاب و حجمی از هوا به داخل خطوط فرعی و از آنجا به خطوط اصلی مکیده شود. اختلاف بین فشار اتمسفریک پشت فاضلاب و فشار مکش باعث ایجاد یک نیروی جلو برنده می‌شود. با قبول این موضوع که هم هوا و هم فاضلاب با هم و مشابه هم جریان پیدا می‌کنند، تولید سرعت بالایی می‌کند که از انسداد جلوگیری بعمل می‌آورد. با بسته شدن شیر، سیستم به حالت پایدار و متعادل برمی‌گردد و فاضلاب در پایین‌ترین نقاط شبکه قرار می‌گیرند. بعد از چندین چرخه باز و بسته شدن شیرها، فاضلاب به تانک مرکزی جمع‌آوری فاضلاب که تحت مکش

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"

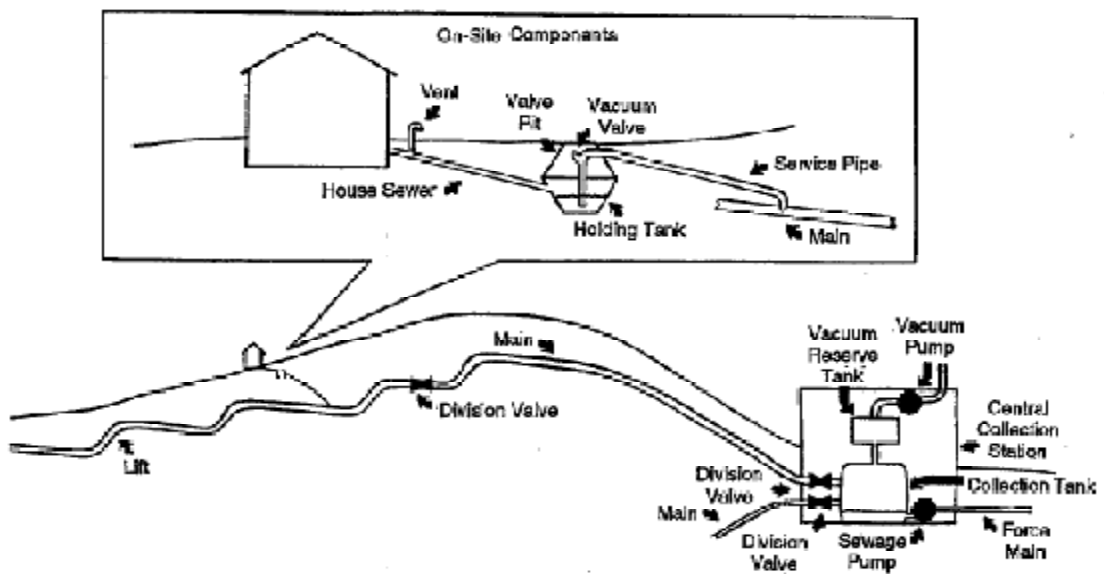


WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

قرار دارد، می‌رسد. زمانی که فاضلاب در آن به یک سطح مشخصی رسید، یک پمپ فاضلاب را به خط انتقال اصلی برای انتقال به تصفیه خانه یا جداساز ثقیل<sup>1</sup> پمپاژ می‌کند.

رابط مکش<sup>2</sup> یک جزء منحصر به فرد سیستم فاضلاب مکشی می‌باشد. این شیرها با استفاده از کنترل‌های پنوماتیک، بصورت اتوماتیک کار می‌کنند. تأسیسات در محل هیچ برقی مصرف نمی‌کند. شیر در یک حفره یا گودال در بالای تانک نگه دارنده، قرار می‌گیرد.



شکل 1- فاضلاب‌روهای مکشی

<sup>1</sup> Gravity Interceptor

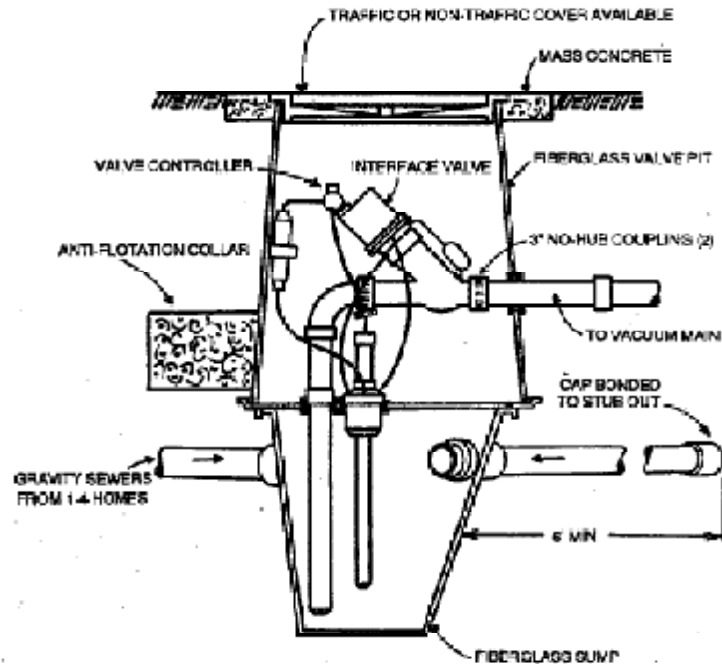
<sup>2</sup> Vacuum Interface

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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



شکل 2- فاضلابروهای مکشی

در سراسر سیستم فاضلاب مکشی از لوله‌های پلاستیکی استفاده می‌شود. خط ثقلی‌ای که فاضلاب خانه را به تانک انتقال می‌دهد، معمولاً از لوله‌های با قطر 4 اینچ ساخته شده است. این بخش شامل یک هواکش برای نفوذ و داخل شدن هوا در زمان باز شدن شیر رابط مکش و جلوگیری از مکش خشک<sup>3</sup> شبکه لوله کشی خانه می‌باشد. قطر انشعاب سرویس‌رسانی خانگی معمولاً 3 اینچ و قطر خط اصلی بسته به میزان جریان و طراحی شبکه از 4 تا 10 اینچ می‌باشد. اتصالات هم می‌توانند solvent-welded و هم می‌توانند رینگ‌های لاستیکی مخصوص این سیستم‌ها باشند.

پروفیل شبکه جمع‌آوری استفاده از توانایی محدود نیروی رانشی (که توسط مکش ایجاد می‌شود) را برای انتقال جریان، با هدف جلوگیری از حفاری زیاد را مشخص می‌کند. در محل‌هایی که شیب زمین در جهت جریان بیش از 0/2% می‌باشد، لوله بصورت موازی با سطح زمین احداث می‌شود، در غیر این صورت لوله با یک شیب به سمت پایین و حدود 0/2% و تا زمانیکه لوله به عمق

<sup>3</sup> Sucked dry

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"

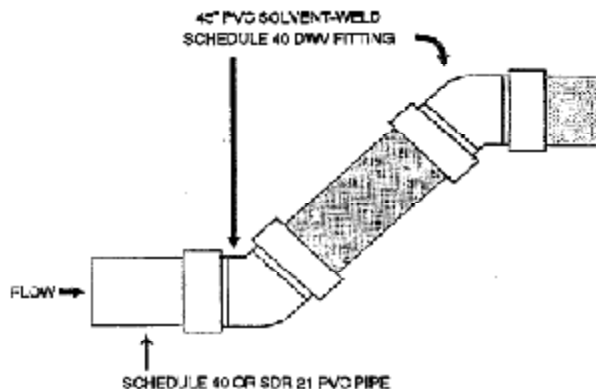


WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

برود، اجرا می‌گردد. زمانیکه این حالت پیش می‌آید، یک لیفت با استفاده از 2 زانویی 45 درجه و یک لوله کوتاه مانند آن چیزی که در شکل 3 نشان داده شده است برای بالا آوردن رقوم نصب می‌شود. نوعاً این قبیل لیفت‌ها 2 فوت یا کمتر می‌باشند، اما در برخی حالت‌ها لیفت‌های بزرگتری نیز استفاده می‌شوند. شیرهای تقسیم معمولاً در گره‌های خطوط اصلی و با فواصل 1500 فوت برای تسهیل رفع مشکل و تعمیرات تعبیه می‌شوند. خطوط سرویس یا شاخه‌های فرعی بصورت اتصال Y به خطوط اصلی متصل می‌گردند.

ممکن است چندین خط اصلی به وسیله یک ایستگاه جمع‌آوری واحد، تحت پوشش قرار گیرند. هر یک از این خطوط اصلی مستقیماً از طریق یک شیر تقسیم به یک تانک جمع‌آوری متصل می‌شود. هوایی که از طریق این سیستم وارد تانک جمع‌آوری می‌گردد، در محیط اتمسفر آزاد می‌شود. همچنین برای بالا بردن اطمینان‌پذیری از 2 پمپ مکش استفاده می‌شود. در این سیستم هم از پمپ‌های liquid ring و هم از پمپ‌های sliding vane استفاده می‌گردد. کنترل‌کننده‌های اتوماتیک، پمپ‌های مکش را به صورت متناوب برای نگه‌داشتن شرایط مکش در حالت بهینه و مطلوب که معمولاً بین 18 تا 23 فوت آب است عوض می‌کنند. یک دیزل ژنراتور پشتیبان برای خدمات‌رسانی در شرایط قطع برق در سیستم استقرار پیدا می‌کند. از سوی دیگر یک سیستم هشداردهنده تلفنی برای اطلاع‌رسانی به اپراتور در زمان بد کار کردن سیستم باید فراهم گردد.



شکل 3- نوعی لیفت در فاضلابروهای مکشی

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

### الزامات بهره برداری و نگهداری

برای بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های فاضلاب مکشی اپراتورهایی که توسط سازندگان سیستم، آموزش دیده باشند، لازم و ضروری است. برنامه‌های آموزشی باید در حین فاز ساخت سیستم آغاز شود. این کار باعث می‌شود اپراتورها با اجزای سیستم مانند محل خطوط اصلی، محفظه شیرآلات، شیرهای تقسیم و سایر اجزای کلیدی آشنا شوند.

بهره‌برداری متداول سیستم‌های فاضلاب مکشی شامل بررسی‌های روزانه ایستگاه مکش، برای پایش زمان کارکرد پمپ‌های فاضلاب، روغن پمپ‌ها، دمای بخش‌های مختلف و قرائت گیج‌های مربوطه می‌باشد.

ژنراتورهای آماده به کار اضطراری باید بصورت هفتگی چک و راه‌اندازی شود تا از عملیاتی بودن آن‌ها اطمینان حاصل آید. دست کم 2 بار در سال شیرهای تقسیم تعبیه شده در خطوط اصلی باید بررسی و مانور شوند. تمام شیرهای مکش مربوط به اتصالات باید بصورت سالیانه بازدید و برای تأیید عملکرد مناسب آن‌ها بصورت دستی سویچ شوند. شیرهای مکش باید هر 5 تا 10 سال نوسازی شوند. آبیندها (درپوش‌ها) و دیافراگم‌های کنترل کننده یا سنسورها برای شیرمکش باید هر 5 سال یکبار جایگزین شوند.

### محدودیت‌های تکنولوژی

سیستم‌های فاضلاب مکشی برای مناطقی که دارای توپوگرافی پله‌ای یا مناطقی که تغییرات رقوم اساسی در آن‌ها رخ می‌دهد، توصیه نمی‌شوند. حداکثر ظرفیت لیفت این سیستم‌ها 15 تا 20 فوت می‌باشد. نصب و بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های مکشی سخت‌تر از سیستم‌های تحت فشار و SDGS می‌باشد. همچنین مصرف انرژی این سیستم نسبت به سیستم‌های تحت فشار و SDGS بیشتر می‌باشد. جمع‌شدن گریس و روغن در حباب‌های کنترلی<sup>4</sup> که در تانک جمع‌آوری فاضلاب در ایستگاه مکش تعبیه شده‌اند، باعث اختلال در چرخه عملکرد پمپ مکش و پمپ فاضلاب می‌گردد.

<sup>4</sup> Control Probes

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

### ملاحظات اقتصادی

هزینه‌های سیستم‌های مکشی تا حد زیادی به محل نصب وابسته است. هزینه‌هایی که در ادامه بیان شده است براساس مواردی می‌باشد که از بررسی تلفنی 32 سیستم از 42 سیستم فاضلاب مکشی در کشور آمریکا، جداول موجود در اسناد مناقصه و اطلاعات دریافت شده از سازندگان و مهندسان طراح براساس شرایط دسامبر سال 1989 تخمین زده شده است. این هزینه‌ها برگرفته از fact sheet سازمان EPA که در راهنماها و دستورالعمل‌های مختلف آورده شده است، استخراج گردیده است.

براساس داده‌های حاصل از 17 سیستم، هزینه کلی ساخت یک سیستم مکشی در دامنه 7000 تا 18000 دلار به ازای هر شیر مکش می‌باشد. باید به یاد داشت یک شیر ممکن است به بیش از یک خانه خدمات‌رسانی کند. موارد زیر اطلاعات جزئی‌تر از نصب این قبیل سیستم‌ها را نشان می‌دهد. همچنین هزینه‌ها تابع متغیرهای بیشتری می‌باشند که باید در نظر گرفته شوند:

\$2000	شیر رابط 3 اینچی ، محفظه ، پوشش
\$60	هواکش خانگی 4 اینچی
\$5 به ازای هر فوت	فاضلابرو خانگی 4 اینچی
\$7 به ازای هر فوت	لوله سرویس خط مکشی 3 اینچی
\$8 به ازای هر فوت	خط اصلی مکشی 4 اینچی
\$11 به ازای هر فوت	خط اصلی مکشی 6 اینچی
\$14 به ازای هر فوت	خط اصلی مکشی 8 اینچی
\$19 به ازای هر فوت	خط اصلی مکشی 10 اینچی
\$ 350	شیر تقسیم 4 اینچی
\$ 500	شیر تقسیم 6 اینچی
\$ 700	شیر تقسیم 8 اینچی

## "تصفیه آب و فاضلاب در جوامع کوچک"



WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE

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

\$ 1000	شیر تقسیم 10 اینچی
\$ 150	دریچه بازدید 4 اینچی
\$ 180	دریچه بازدید 6 اینچی
\$ 116/000	ایستگاه جمع آوری مرکزی 150gpm شامل ساخت (به جز هزینه زمین)

هزینه‌های دقیق بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های مکشی تاکنون بخوبی مستندسازی نشده است. در هر حال، برای اهداف طراحی از موارد ارائه شده ذیل می‌توان استفاده نمود. (براساس قیمت‌های سال 1992)

- هزینه‌های سالیانه بهره‌برداری و نگهداری به ازای هر محفظه شیر: 5/32 دلار
- هزینه‌های سالیانه بهره‌برداری و نگهداری به ازای هر ایستگاه جمع‌آوری: 2540 دلار
- برق مصرفی: 250kWh/year/customer

از فرمول ذیل می‌توان برای محاسبه هزینه‌های کلی و سالیانه بهره‌برداری و نگهداری استفاده نمود:

$$C=2540*NS+205*LR*NS+0.5*LR*NDV+5.3*NIV+1.2*LR*NIV+250*NIV*ER$$

C: هزینه‌های سالیانه نگهداری و بهره‌برداری

NS: تعداد ایستگاه‌های مرکزی جمع‌آوری

LR: نرخ کارگر شامل حاشیه سود و بالاسری (دلار بر ساعت)

NDV: تعداد شیرهای تقسیم

NIV: تعداد شیرهای رابط مکش

ER: نرخ نیروی برق (دلار به ازای هر کیلووات ساعت)

مترجم: علیرضا اسدوخت