

طراحی و اجرای شبکه‌های فاضلاب

Sewer Networks Design and Construction

نویسندگان :

دکتر حمیدرضا صفوی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

با همکاری :

مهندس فرشته ستاری

مهندس مهدی سیدزنی

مهندس ناهید همایونی

مهندس پیمان یراقی

مهندس خدیجه کاظمی

کارشناسان مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

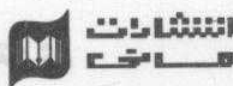
انتشارات مانی

۱۳۹۵

عنوان و نام پدیدآورنده :	طراحی و اجرای شبکه‌های فاضلاب
	Sewer networks design and construction
نویسندگان حمیدرضا صفوی... [و دیگران].	
مشخصات نشر :	اصفهان: انتشارات مانی، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری :	ن، ۲۷۰ ص: مصور، جدول، نمودار
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت :	نویسندگان حمیدرضا صفوی، فرشته ستاری، مهدی سلیمانی، ناهید همایونی، پیمان یراقی، خدیجه کاظمی.
موضوع :	فاضلاب‌روها — طرح و ساختمان
	Sewerage -- Design and construction
شناسه افزوده :	صفوی، حمیدرضا، ۱۳۴۷
رده بندی کنگر :	۱۳۹۵ / ۶۵۸ / TD
رده بندی دیویی :	۶۲۸/۱
شماره کتابشناسی ملی :	۴۲۰ ۸۴۹

Email : maniipub@yahoo.com

تلفکس : ۰۳۱-۳۶۶۱۰۵۹۰



نام کتاب : طراحی و اجرای شبکه‌های فاضلاب
نویسندگان : دکتر حمیدرضا صفوی با همکاری مهندس فرشته ستاری
مهندس مهدی سلیمانی، مهندس ناهید همایونی،
مهندس پیمان یراقی، مهندس خدیجه کاظمی
ویراستار : اعظم موسوی
ناشر : انتشارات مانی با همکاری
شرکت مهندسين مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب
حروفچین و صفحه آرا : شهین بیزی
نوبت چاپ : اول - ۱۳۹۵
تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه
لیتوگرافی : آسمان چاپ : سوره
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۱۸۴-۰۹۳-۷
قیمت : ۲۴۰۰۰ تومان

به نام آن که جان را فکرت آموخت

از آنجا که کشور عزیز ما، در منطقه گرم و خشک واقع شده است و همواره با مشکل کم آبی مواجه بوده است لذا در کنار رعایت الگوی مصرف آب و افزایش بهره وری در بخش کشاورزی، اجرای شبکه‌های جمع آوری فاضلاب و تصفیه آن می‌تواند علاوه بر ارتقاء سطح بهداشت عمومی در حفاظت کیفی منابع آب نقش به سزایی داشته باشد و از طرف دیگر بازچرخشی مناسب تصفیه شده بخشی از نیازهای آبی را برطرف نماید.

شرکت مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب در سال ۱۳۵۹ و با هدف ارائه خدمات مهندسی آب و فاضلاب به روش‌های مدرن و کاربردی و در راستای حفاظت کیفی از منابع آب، حفظ محیط زیست و ارتقاء بهداشت عمومی کشور تأسیس گردیده و از بدو تأسیس تاکنون با تخصیص بخشی از سود سالیانه خود به امر تحقیق و توسعه علوم آب و فاضلاب از طریق انتشار و ارائه مقاله علمی - پژوهشی آب و فاضلاب و کتاب‌های متعدد، در راستای دستیابی به هدف خود گام برداشته و نیز با ارائه خدمات مهندسی آب و فاضلاب به بیش از ۸۰ شهر کشورمان با جمعیتی بالغ بر ۲۵ میلیون نفر طی ۳۵ سال قدمت خود، هدف مزبور را تحکیم بخشیده است.

در این راستا کتاب شبکه جمع آوری فاضلاب نیز که حاصل علم، تجربه و همت گروهی از همکاران در این شرکت می‌باشد به جامعه علمی کشور تقدیم می‌شود. جا دارد از حمایت و پشتیبانی هیئت مدیره محترم شرکت در این امر تشکر و قدردانی نمود و انشاء الله مآجور درگاه الهی باشند.

عباس پیراینده

مدیرعامل مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب

رشد جمعیت در مناطق شهری و روستایی و لزوم افزایش حفاظت کمی و کیفی از منابع آب به ویژه جلوگیری از آلودگی محیط زیست از طریق فاضلاب‌های بهداشتی و انواع آلاینده‌های دیگر جمع‌آوری و تصفیه فاضلابهای شهری و روستایی را در زمره اساسی‌ترین نیازهای زیربنایی در جوامع انسانی قرار داده است. آبرسانی با استفاده از شبکه‌های بهداشتی در شهرهای کشور، قدمتی بیش از هشتاد سال دارد، ولی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های بهداشتی در کشور کمتر از چهل سال قدمت دارد و شامل تمام شهرهای ایران نمی‌شود. این مهم به ویژه از سال ۱۳۶۸ و پس از تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب به طور قانونمند پیگیری شده است. استفاده از شیوه‌های سنتی دفع فاضلاب همچون دفع در چاه‌های جذبی و رودخانه‌ها از علل اصلی آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی است که سلامت عمومی جامعه را به خطر انداخته است.

امروزه نحوه طراحی و اجرای تأسیسات فاضلاب در دانشگاه‌های کشور در رشته‌های مهندسی عمران، مکانیک و بهداشت محیط تدریس می‌شود و به دلیل اولویت اجرای این تأسیسات زیربنایی، تعداد مهندسان مشاور و پیمانکاران دارای صلاحیت در این زمینه رو به افزایش است. هزینه‌های اجرایی بسیار زیاد این تأسیسات، تجربه طراحی بهینه و اجرای مناسب آن می‌تواند به طور چشمگیری هزینه‌ها را کاهش دهد. لذا طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب علاوه بر کاربرد معادلات حاکم در آن، به سویه‌های استانداردهای مرتبط، نیاز به تجربه طراح در زمینه انتخاب مسیرهای مناسب لوله‌گذاری، شیب مناسب کارگذاری، قطر بهینه، جنس متفاوت لوله‌ها و تأسیسات براساس موقعیت محل طراحی و نهایتاً انتخاب روش‌های اجرایی مناسب دارد.

هدف از نگارش این کتاب ارائه کلیه جنبه‌های نظری و اجرایی برای دانشجویان و نیز مهندسان مرتبط در زمینه طراحی و اجرای شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب است. این کتاب حاصل تجارب آموزشی و علمی نویسنده و کلیه همکاران ایشان است که در طی بیش از دو دهه تدریس در دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان و بیش از سه دهه طراحی و اجرای این گونه تأسیسات در بیش از ۸۰ شهر کشور توسط شرکت مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب اصفهان حاصل شده است و تلاش شده است به نحوی تدوین شود که مراحل طراحی و اجرای این تأسیسات را به نحو ساده و کاربردی ارائه نماید.

این کتاب مشتمل بر هفت فصل است. در فصل اول مقدمه‌ای راجع به اهمیت جمع‌آوری فاضلاب و تاریخچه آن در جهان و ایران ارائه شده است. فصل دوم مروری بر معادلات حاکم در مکانیک سیالات و هیدرولیک کانال‌های باز همراه با مثال‌های کاربردی است. در فصل سوم مبانی طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ارائه شده است. در فصل چهارم کاربرد این مبانی، نحوه طراحی این شبکه‌ها به همراه مثال‌های کاربردی بیان شده تا دانشجویان و مهندسان به راحتی بتوانند روند طراحی را تجربه نمایند. فصل پنجم تأسیسات و متعلقات شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را معرفی می‌نماید. در فصل ششم انواع پمپ‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ فاضلاب به همراه مثال‌هایی از طراحی آنها ارائه شده است. در آخر در فصل هفتم شیوه‌های اجرایی این شبکه‌ها به تفصیل بیان شده است.

در تدوین این کتاب سعی شده از کلیه مراجع معتبر فارسی و انگلیسی که فهرست آنها در انتهای کتاب آورده شده استفاده شود و از تجارب طراحی در واحدهای مختلف شرکت مهندسين مشاور طرح رتبه‌بندی و فاضلاب حداکثر استفاده به عمل آید. بدیهی است در تدوین کتاب که به رشته مهندسی عمران و مهندسی آب و فاضلاب اختصاص یافته برای دانشجویان و هم‌جنبه‌های کاربردی برای مهندسان طراح داشته باشد، باید دقت کافی در نحوه تدوین مطالب وجود داشته باشد. اعتقاد بر این است که هر چند تخصص و جدیت فراوانی در این زمینه انجام شده است، پس از نقد و بررسی توسط اساتید محترم، متخصصان، مهندسان و دانشجویان گرامی تکمیل‌تر خواهد شد. لذا نویسندگان و همکاران از کلیه نظرات و راهنمایی‌های این عزیزان استقبال کرده و امید است این نقطه نظرات سازنده در آینده برای چاپ‌های بعدی این کتاب مفید واقع شود.

حمید فاضل‌نوی

دانشیار دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی اصفهان

۱-۱	اهمیت جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	۱
۲-۱	تاریخچه جمع‌آوری و دفع فاضلاب‌ها	۲

فصل دوم : مروری بر مکانیک سیالات و...

۱-۲	مقدمه	۹
۲-۲	اصول کا مکانیک سیالات	۱۰
۱-۲-۲	معادلات حاکم بر حرکت سیالات	۱۱
۱۱	معادله پیوستگی	۱۱
۱۲	معادله اندازه حرکت	۱۲
۱۳	معادله انرژی	۱۳
۱۸	۳-۲ اصول کلی هیدرولیک کانال‌ها باز	۱۸
۲-۳-۱	تقسیم‌بندی جریان در کانال‌ها	۲۰
۲۰	جریان دائمی و نادرسی	۲۰
۲۰	جریان یکنواخت و نایکنواخت	۲۰
۲-۳-۲	اجزای هندسی مقاطع جریان	۲۰
۲-۳-۳	وضعیت جریان در کانال‌های باز	۲۳
۲۳	تأثیر نیروی لزجت	۲۳
۲۳	تأثیر نیروی ثقل	۲۳
۲-۳-۴	معادلات اساسی حاکم بر هیدرولیک کانال‌های باز	۲۵
۲۵	معادله پیوستگی	۲۵
۲۷	معادله انرژی	۲۷
۳۰	معادله اندازه حرکت	۳۰
۲-۳-۵	جریان یکنواخت	۳۳
۳۳	برقراری جریان یکنواخت	۳۳
۲-۳-۶	مشخصات هیدرولیکی جریان در مقاطع دایره‌ای	۳۸

فصل سوم : مبانی طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری

۳-۱- مقدمه	۴۵
۳-۲- مبانی کمی طرح	۴۵
۳-۲-۱- دوره طرح	۴۶
۳-۲-۲- برآورد جمعیت	۴۷
منابع اصلی و عوامل مؤثر برآورد جمعیت	۴۹
موارد ضروری برای برآورد جمعیت (بر اساس نشریه ۳-۱۱۷)	۴۹
موارد مؤثر بر دقت در برآورد جمعیت	۵۰
روش‌های پیش‌بینی جمعیت	۵۱
الف - روش‌های انبساطی	۵۱
روش‌های ط-ر	۵۱
روند خطی یا روش حسابی	۵۱
روند هندسی یا نمایی	۵۲
روند نمایی با نرخ کاهش	۵۲
روند منحنی لجستیک	۵۲
ب - روش‌های مقایسه‌ای	۵۵
روش‌های نسبت	۵۵
ج - روش مرکب یا ترکیبی	۵۶
۳-۲-۳- تراکم ناخالص جمعیت شهر	۵۸
تراکم ناخالص جمعیت شهر در وضعیت موجود	۵۸
تراکم ناخالص جمعیت شهر در سال افق طرح	۵۸
۳-۲-۴- سرانه تولید فاضلاب	۵۸
میزان مصرف سرانه آب	۵۹
مصارف خانگی	۵۹
مصارف عمومی	۵۹
مصارف تجاری و صنعتی	۵۹
مصارف فضای سبز عمومی	۶۰
مصارف آب به حساب نیامده (تلفات)	۶۰

۳-۲-۵ تعیین مصرف سرانه آب.....	۶۱
جمع آوری اطلاعات از مراجع ذیربط.....	۶۱
جمع آوری اطلاعات از فرم های میدانی.....	۶۱
تعیین مصرف سرانه آب فضای سبز خانگی.....	۶۳
پیش بینی مصرف سرانه آب قابل تبدیل به فاضلاب.....	۶۴
پیش بینی مصرف سرانه آب خانگی.....	۶۴
پیش بینی مصرف سرانه آب تجاری - صنعتی.....	۶۵
پیش بینی مصرف سرانه آب عمومی.....	۶۵
پیش بینی مصرف سرانه کل آب قابل تبدیل به فاضلاب.....	۶۶
۳-۱-۶ سرانه تولید فاضلاب.....	۶۶
انواع فاضلاب.....	۶۶
الف - فاضلاب بهداشتی.....	۶۷
ب - فاضلاب صنعتی.....	۶۸
ج - فاضلاب ناشی از رواناب سطحی.....	۶۸
میزان سرانه فاضلاب تولیدی (بدون نشتاب).....	۶۸
میزان ورود جریان های اضافی به شبکه جمع رری فاضلاب.....	۶۹
نشتاب.....	۶۹
جریان های نفوذی.....	۷۰
سرانه کل فاضلاب تولیدی.....	۷۰
تعیین دبی شبکه فاضلاب.....	۷۱
نوسانات فاضلاب تولیدی.....	۷۱
تعیین دبی متوسط، حداکثر و حداقل فاضلاب.....	۷۲

فصل چهارم: طراحی شبکه های فاضلاب

۴-۱ روش های طراحی شبکه های جمع آوری فاضلاب.....	۷۵
۴-۱-۱ شبکه مجزا.....	۷۶
۴-۱-۲ شبکه درهم یا مختلط.....	۷۶
۴-۲ ضوابط طراحی شبکه های جمع آوری فاضلاب.....	۷۷

۷۷	۱-۲-۴ قطر فاضلابروها
۷۸	۲-۲-۴ جانمایی و عمق فاضلابروها
۷۹	۳-۲-۴ حداقل و حداکثر سرعت جریان در فاضلابروها
۸۰	۴-۲-۴ شیب
۸۱	۵-۲-۴ پرشدگی فاضلابروها
۸۲	۳-۴ طراحی شبکه های جمع آوری فاضلاب
۸۳	۱-۳-۴ محاسبه قطر فاضلابروها به روش هندس و خطا
۸۹	۲-۳-۴ محاسبه قطر فاضلابروها با استفاده از جداول هیدرولیکی
۱۰۰	۴-۴ روش های مختلف جمع آوری فاضلاب
۱۰۰	۱-۴-۴ سپتیک تانک با خروجی تفلی STEG یا SDGS
۱۰۱	۲-۴-۴ سپتیک تانک با خروجی تحت فشار STEP
۱۰۳	۳-۴-۴ شبکه تحت فشار با پمپ های خرد کننده GP
۱۰۳	۴-۴-۴ شبکه مکشی SS

فصل پنجم: تأسیسات و متعلقات شبکه ها، فاضلاب

۱۰۹	۱-۵ مقدمه
۱۱۰	۲-۵ فاضلابرو
۱۱۰	۱-۲-۵ طبقه بندی لوله ها
۱۱۰	۲-۲-۵ عوامل مؤثر در انتخاب جنس لوله ها
۱۱۱	۳-۲-۵ انواع جنس لوله ها
۱۱۱	لوله های پلی اتیلن (PE)
۱۱۵	لوله های فایبر گلاس (GRP)
۱۱۸	لوله های یو پی وی سی (UPVC)
۱۲۲	لوله های سفالی لعابدار
۱۲۵	لوله های آریست سیمان (AC)
۱۲۷	لوله های بتنی (RC) و بتنی پوششدار
۱۳۰	۳-۵ آدمرو
۱۳۲	۱-۳-۵ ابعاد و شکل آدمروها

۱۳۳	۲-۳-۵ مشخصات ساختمانی آدروهای معمولی
۱۳۳	۳-۳-۵ جنس آدروها
۱۳۴	آدرو آجری
۱۳۴	آدرو بتنی
۱۴۰	آدرو پیش ساخته پلی اتیلنی
۱۴۲	آدرو پیش ساخته فایبرگلاس
۱۴۴	۴-۳-۵ قاب و درپوش آدرو
۱۴۴	۵-۳-۵ لوله های آدرو
۱۴۶	۶-۳-۵ نف آدرو
۱۴۶	۷-۳-۵ آدرو ریزشی
۱۴۸	۸-۳-۵ آدرو مخصوص
۱۴۸	آدرو مخصوص ریزش آبشی
۱۴۸	آدرو مخصوص زانویی
۱۴۸	آدرو ابتدا و انتهای سیفون معکوس زیر گذرها
۱۴۸	۹-۳-۵ پیش بینی حوضچه شست و سر جای دمر
۱۵۲	۴-۵ سیفون معکوس
۱۵۴	۵-۵ انشعابات فاضلاب
۱۵۵	۱-۵-۵ بخش های کلی انشعاب
۱۵۵	لوله خروجی فاضلاب
۱۵۵	سیفون
۱۵۵	لوله منتقل کننده فاضلاب
۱۵۶	انشعابگیر فاضلاب
۱۵۶	۲-۵-۵ روش های مختلف جمع آوری فاضلاب انشعابات
۱۵۷	روش های اجرای انشعاب از دیدگاه نحوه جمع آوری از مشترکین
۱۵۷	روش مستقل
۱۵۷	روش ترکیبی یا تلفیقی
۱۵۹	روش های اجرای انشعاب از دیدگاه نحوه اتصال انشعابات به شبکه های جمع آوری فاضلاب
۱۵۹	روش اتصال به لوله

۱۵۹	روش اتصال به آد مرو
۱۵۹	۵-۳ پارامترهای تأثیرگذار در انتخاب روش اجرای انشعاب
۱۵۹	عرض معبر (فاصله سیفون تا لوله جمع کننده فاضلاب)
۱۶۰	عمق لوله جمع کننده فاضلاب
۱۶۰	جنس لوله جمع کننده فاضلاب
۱۶۰	بافت زمین (از دیدگاه سنگی یا ریزی بودن)
۱۶۰	الف- زمین‌های با بافت سنگی
۱۶۰	ب- زمین‌های با بافت ریزی
۱۶۱	و سعیت سراز آب زیرزمینی
۱۶۱	فاصله از لبه انشعاب مجاور
۱۶۱	تعداد واحدهای ساختمان که تحت پوشش انشعاب قرار می‌گیرند
۱۶۲	وضعیت سایر تأسیسات زیرزمینی
۱۶۲	قطر لوله انشعاب و قطر لوله جمع کننده فاضلاب
۱۶۲	۵-۴ تعیین روش اجرای انشعاب فاضلاب
۱۶۲	اتصال مستقیم هر انشعاب به لوله جمع کننده فاضلاب
۱۶۳	اتصال از طریق تلفیق چند انشعاب و اتصال به لوله جمع کننده فاضلاب
۱۶۳	اتصال از طریق تلفیق چند انشعاب و اتصال به آد مرو
۱۶۳	اتصال مستقیم انشعاب به آد مرو
۱۶۴	۵-۵ جزئیات اجرایی و مشخصات فنی
۱۶۴	مجموعه کامل انشعاب و متعلقات (کیت انشعاب)
۱۶۹	۵-۶ ضوابط طرح و اجرای انشعاب فاضلاب
۱۷۰	حوضچه
۱۷۱	۵-۷ جمع بندی چگونگی انتخاب روش مناسب اجرای انشعابات

فصل ششم: پمپها و ایستگاه‌های پمپاژ فاضلاب

۱۷۳	۶-۱ مقدمه‌ای بر پمپاژ در شبکه های فاضلاب
۱۷۴	۶-۲ انواع پمپ ها
۱۷۵	۶-۳-۱ پمپ‌های با انرژی جنبشی یا دینامیکی

۱۷۶	الف - پمپ‌های خاص
۱۷۶	ب - پمپ‌های گریز از مرکز
۱۷۷	تعریف قطعات پمپ گریز از مرکز
۱۸۰	انواع پمپ‌های گریز از مرکز
۱۸۷	سایر دسته بندی‌های پمپ‌های گریز از مرکز
۱۹۱	پمپ‌های گریز از مرکز دو مکشه
۱۹۲	پارامترهای پمپ گریز از مرکز
۱۹۵	کاویتاسیون در پمپ‌های گریز از مرکز
۲۰۰	۲-۲-۶ پمپ‌های جابجایی مثبت
۲۰۰	پمپ‌های پیچوار
۲۰۳	۳-۶ نقطه بهترین باز
۲۰۴	۴-۶ عملکرد سری و موازی پمپ
۲۰۶	۵-۶ علل انتخاب گزینه پمپ برای شبکه فاضلاب
۲۰۷	۶-۶ انتخاب محل ایستگاه پمپاژ
۲۰۷	۷-۶ روش طراحی ایستگاههای پمپاژ فاضلاب
۲۰۸	۱-۷-۶ مبانی انتخاب پمپ
۲۰۸	۲-۷-۶ تعیین تعداد پمپ ها
۲۰۹	۳-۷-۶ تعیین دبی هر پمپ
۲۱۰	۴-۷-۶ تعیین محدوده سرعت در خط انتقال فاضلاب
۲۱۱	۵-۷-۶ تعیین قطر لوله رانش
۲۱۱	۶-۷-۶ محاسبه فشار یا ارتفاع پمپاژ
۲۱۳	۷-۷-۶ تعیین نوع پمپ ها
۲۱۳	۸-۷-۶ انتخاب پمپ بر اساس کاتالوگ سازندگان
۲۱۵	۹-۷-۶ ترسیم منحنی عملکرد سیستم و تعیین نقطه عملکرد پمپ ها
۲۱۷	۱۰-۷-۶ خلاصه فرآیند انتخاب پمپ
۲۱۷	۱۱-۷-۶ محاسبه حجم چاهک تر

فصل هفتم: اجرای شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب

۲۳۷	۱-۷ مقدمه
۲۳۸	۲-۷ روشهای مختلف اجرای شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال فاضلاب
۲۳۸	۱-۲-۷ روشهای سنتی اجرای شبکه‌های فاضلاب
۲۴۴	۲-۲-۷ روشهای پیشرفته و مکانیزه اجرای شبکه‌های فاضلاب (لوله رانی)
۲۴۵	الف - لوله‌رانی به روش پایپ جکینگ
۲۴۸	ب - لوله‌رانی به روش میکروتونلینگ
۲۴۹	ج - لوله‌رانی به روش کیسینگ
۲۴۹	۳-۲-۷ مزایا، معایب روشهای نوین نسبت به روشهای سنتی
۲۵۱	۳-۷ اجرای آدروها
۲۵۱	۱-۳-۷ ابعاد حفی ترازا
۲۵۱	۲-۳-۷ عمق خاکبرداری و پر سازی
۲۵۱	۳-۳-۷ بستر سازی
۲۵۱	۴-۳-۷ اجرای فونداسیون
۲۵۲	۵-۳-۷ اجرا یا نصب دیوار
۲۵۳	۶-۳-۷ نصب دال بتنی
۲۵۳	۷-۳-۷ نصب پله
۲۵۴	۸-۳-۷ نصب پله در آدروهای بتنی
۲۵۴	۹-۳-۷ اجرای ماهیچه بتنی
۲۵۴	۱۰-۳-۷ نصب دریچه
۲۵۶	مراجع