



انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره ۳۴۱

مبانی بهداشتی طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب

تألیف:

دکتر حسین علیدادی

دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط

و عضو مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت

مهندس نسوین رستمی

کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط

و عضو مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت

سرشناسه :	علیدادی، حسین، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور :	مبانی بهداشتی طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب شاخصهای /
تألیف :	تألیف حسین علیدادی، نسرین رستمی.
مشخصات نشر :	مشهد: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری :	۲۲۲ ص.: مصور، جدول.
فروست :	(انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد؛ شماره ۳۴۱).
شابک :	(ISBN: 978-964-5627-64-3)
وضعیت فهرست نویسی :	فیا.
یادداشت :	کتابنامه: ص. [۲۱۷] - ۲۱۸
یادداشت :	نمایه.
موضوع :	فاضلاب روها.
موضوع :	فاضلاب روها -- نرم افزار.
موضوع :	فاضلاب روها -- انتقال و مصرف.
موضوع :	فاضلاب -- تصفیه.
شناسه افزوده :	رستمی، نسرین، ۱۳۶۴.
شناسه افزوده :	دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد.
رده بندی کنگره :	۱۳۹۳ م ۸ ع / ۶۴۵ TD
رده بندی دیویی :	۶۲۸/۱
شماره کتابخانه ملی:	۳۷۵۴۷۵۱



انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره ۳۴۱

مبانی بهداشتی طراحی شبکه جمع آوری فاضلاب

تألیف

دکتر حسین علیدادی - مهندس نسرین رستمی

وزیری، ۲۲۲ صفحه، ۳۲۰ نسخه، جاب اول، زمستان ۱۳۹۳

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۹۰۰۰۰ ریال

بسمه تعالی

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد - به عنوان یک نهاد علمی - فرهنگی، چاپ و نشر، کتابهای مورد استفاده استادان و دانشجویان رشته‌های علوم پزشکی را از وظایف اساسی خود می‌داند و بر آن است تا با انتشار متون مربوط به علوم پزشکی، هم بر اعتبار و اعتلای آنها بیفزاید و هم موجبات دل‌گرمی و شوق و نشاط امر تحقیق را در پی‌جوییهای علمی فراهم آورد. به یقین چاپ و نشر آثار معتبر علمی، امکان دستیابی اهل تحقیق را به منابع مختلف و گوناگون علمی مورد نیاز به بهترین صورتی میسر و ممکن خواهد ساخت و راه را برای تحقیقات بعدی هموار خواهد کرد.

باید گفته شود که گستردگی فعالیتهای مربوط به نشر، در قلمرو ناشران خصوصی، نه تنها از مسئولیت مراکز معتبر دانشگاهی، به کوشش در این زمینه‌ها با تکیه بر جنبه‌های علمی و فرهنگی موضوع نمی‌گاهد، بلکه به دلایل گوناگون، از جمله لزوم بررسیهای دقیق کارشناسی، ویرایشهای علمی و فنی، و نیز توجه حاکم شرع به توان مالی مخاطبان آثار، به‌ویژه دانشجویان، ایجاب می‌کند که دانشگاههای دولتی دامنه خدمات خود را با تکیه بر جنبه‌های کیفی، و گاه صرف‌نظر از بازده اقتصادی گسترش دهند.

مسئولان انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، با اشتیاق و اخلاص تمام می‌خواهند تا جدیدترین آثار مربوط به دانشهای پزشکی را به بهترین شیوه فراهم آورند و بکوشند تا آثار منتشر شده با کیفیت مطلوب عرضه گردد. در عین حال انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مترصد دریافت نظرها و انتقادهای بهجا و سازنده اهل نظر می‌باشد تا از این طریق بتواند بر کمال آثار منتشره خویش بیفزاید.

معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد با استعانت از الطاف خداوندی امیدوار است که نشر این اثر همانند دیگر آثار انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد با نظارت همه‌جانبه این معاونت، و با تکیه بر ابتکار و کوشش اعضا و کارشناسان دانش‌آموخته خویش و نیز ایجاد ارتباط محکم و پایدار با جامعه پزشکی و دانشجویان پژوهشگر، در جهت ارتقای کیفی و تنوع موضوعات مورد نیاز دانش‌پژوهان رشته‌های علوم پزشکی گامهای مؤثر بردارد تا مورد استفاده دانشجویان و مقبول طبع صاحب‌نظران و دانشگاهیان نکته‌بین قرار بگیرد.

انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد

فهرست مطالب

۹	فهرست جداول
۱۰	فهرست نمودارها
۱۱	فهرست اشکال
۱۳	پیشگفتار
۱۵	فصل اول: تاریخچه شبکه جمع آوری فاضلاب
۱۵	مقدمه
۱۸	۱-۱. تعریف فاضلاب
۱۸	۲-۱. تقسیم بندی انواع فاضلاب
۱۸	۱-۲-۱. فاضلاب خانگی
۲۱	۲-۲-۱. فاضلاب مراکز عمومی و اداری
۲۲	۳-۲-۱. فاضلاب مراکز تجاری
۲۳	۴-۲-۱. فاضلاب صنعتی
۲۴	۳-۱. ضرورت و اهمیت جمع آوری فاضلاب
۲۷	فصل دوم: انواع شبکه های جمع آوری فاضلاب
۲۷	مقدمه
۲۸	۱-۲. اجزای شبکه جمع آوری فاضلاب
۲۹	۲-۲. انواع شبکه جمع آوری فاضلاب
۳۱	۱-۲-۲. انتخاب نوع شبکه مناسب
۳۳	۳-۲. مدیریت پروژه فاضلاب
۳۴	۱-۳-۲. مطالعات فاز صفر
۳۶	۲-۳-۲. مطالعات فاز یک
۳۸	۳-۳-۲. مطالعات فاز دو
۳۹	۴-۳-۲. مطالعات فاز سه
۳۹	۵-۳-۲. مرحله بهره برداری و نگهداری از سیستم

۴۰	۴-۲. انواع طرح‌های توسعه شهرها
۴۰	۴-۲. ۱. طرح جامع
۴۰	۴-۲. ۲. طرح تفصیلی
۴۱	۴-۲. ۵. دوره طرح
۴۳	فصل سوم: محاسبات جمعیت
۴۳	۳-۱. اطلاعات جمعیتی گذشته
۴۳	۳-۲. افزایش جمعیت شهرها
۴۴	۳-۲. ۱. عوامل مؤثر در افزایش جمعیت شهرها
۴۵	۳-۳. پیش‌بینی جمعیت در آینده
۴۷	۳-۴. تراکم جمعیت
۴۹	۳-۴. ۱. تراکم جمعیت خالص و ناخالص
۵۳	فصل چهارم: برآورد تولید فاضلاب
۵۳	۴-۱. میزان تولید فاضلاب
۵۳	۴-۱. ۱. میزان تولید فاضلاب خانگی
۵۴	۴-۱. ۲. میزان تولید فاضلاب صنعتی
۵۸	۴-۲. نشتاب
۶۰	۴-۲. ۱. تبدیل واحدهای نشتاب
۶۱	۴-۲. ۲. آب باران غیر مجاز ورودی به فاضلابروها
۶۲	۴-۲. ۳. محاسبه دبی سیلاب
۶۴	۴-۲. ۴. تعیین دوره بازگشت
۶۴	۴-۲. ۵. رسم منحنی‌های شدت - مدت - فراوانی
۶۷	۴-۲. ۶. زمان تمرکز
۶۸	۴-۲. ۷. ضریب رواناب یا ضریب C
۷۰	۴-۲. ۸. روشهای محاسبه میزان آب باران غیر مجاز ورودی به فاضلابروها
۷۲	۴-۳. نوسانات تولید فاضلاب
۷۶	۴-۴. محاسبات دبی فاضلاب
۷۸	۴-۵. الگوهای سیستم جمع‌آوری فاضلاب
۸۱	فصل پنجم: مبانی فنی شبکه جمع‌آوری فاضلاب
۸۱	۵-۱. حداقل و حداکثر سرعت
۸۳	۵-۲. عمق نصب فاضلابروها
۸۴	۵-۳. حداقل و حداکثر شیب فاضلابروها
۸۵	۵-۴. حداقل قطر فاضلابروها
۸۶	۵-۵. درصد پرشدگی فاضلابروها

۸۸	۶-۵. ضریب بهره‌برداری از شبکه
۹۰	۷-۵. شکل مقطع فاضلابروها
۹۰	۱-۷-۵. مقطع دایره‌ای
۹۱	۲-۷-۵. مقطع تخم مرغی شکل
۹۲	۳-۷-۵. مقطع تخم مرغی بیخ
۹۳	۴-۷-۵. مقطع نعل اسبی
۹۳	۵-۷-۵. مقطع دایره‌ای با دو شعاع گوناگون
۹۴	۶-۷-۵. مقطع تخم مرغی شکل با دو بزرگی گوناگون
۹۴	۷-۷-۵. مقطع سهمی شکل
۹۴	۸-۷-۵. مقطع نیمه بیضی
۹۵	۹-۷-۵. مقاطع گوشه‌دار
۹۵	۸-۵. لوله‌های مورد استفاده در شبکه فاضلاب
۹۶	۱-۸-۵. لوله‌های بتنی
۱۰۰	۲-۸-۵. لوله‌های سفالی لعابدار
۱۰۱	۳-۸-۵. لوله‌های چدنی
۱۰۳	۴-۸-۵. لوله‌های فولادی
۱۰۳	۵-۸-۵. لوله‌های آریست سیمان یا A.C
۱۰۵	۶-۸-۵. لوله‌های پلی اتیلن
۱۰۹	۷-۸-۵. لوله‌های فایبر گلاس
۱۱۲	۹-۵. منهول (MH)
۱۱۴	۱-۹-۵. اجزای تشکیل دهنده آدم‌روها
۱۱۸	۲-۹-۵. جنس آدم‌روها
۱۱۹	۳-۹-۵. تقسیم‌بندی آدم‌روها از نظر هیدرولیکی
۱۲۱	۱۰-۵. تهویه‌ی شبکه جمع‌آوری فاضلاب
۱۲۲	۱۱-۵. حوضچه‌های شست و شوی فاضلابروها
۱۲۳	۱-۱۱-۵. حوضچه‌ی شست و شوی خودکار
۱۲۴	۲-۱۱-۵. حوضچه‌های شست و شوی دستی
۱۲۵	۱۲-۵. ترانше
۱۲۷	فصل ششم: مبانی و معیارهای طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب
۱۲۷	۱-۶. جریان فاضلاب در لوله‌ها
۱۲۸	۲-۶. فرمول‌ها و نمودارهایی مورد استفاده در طراحی فاضلابروها
۱۳۴	۳-۶. محاسبه پارامترهای هیدرولیکی در حالت غیربر
۱۳۹	۴-۶. جدول محاسبات هیدرولیکی فاضلابروها
۱۴۰	۱-۴-۶. پروفیل هیدرولیکی

فصل هفتم: بهره‌برداری و نگهداری از شبکه جمع‌آوری فاضلاب	۱۴۹
مقدمه	۱۴۹
۱-۷. بازدید از شبکه فاضلابرو	۱۴۹
۱-۷-۱. برنامه‌ریزی بازرسی	۱۵۰
۱-۷-۲. فعالیت‌های بازرسی	۱۵۰
۱-۷-۳. آزمایش آب‌بندی	۱۵۱
۱-۷-۴. اندازه‌گیری نفوذ آب	۱۵۵
۱-۷-۵. آزمایش‌های مربوط به لوله‌های بتن و بتن آرمه	۱۵۵
۲-۷. گرفتنگی لوله‌های فاضلاب	۱۵۵
۳-۷. تمیز کردن فاضلابروها	۱۵۷
۱-۳-۷. موارد خاص تمیزسازی فاضلابروها	۱۵۸
۴-۷. شست و شوی فاضلابروها	۱۵۹
فصل هشتم: ایمنی و بهداشت در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب	۱۶۱
مقدمه	۱۶۱
۱-۸. خطرات موجود در شبکه‌های فاضلاب	۱۶۱
۲-۸. اقدامات پیشگیرانه	۱۶۲
۱-۲-۸. صدمات فیزیکی	۱۶۲
۲-۲-۸. عفونت‌ها و امراض واگیر	۱۶۳
۳-۲-۸. ورود به فضاهای بسته و آلوده	۱۶۴
۴-۲-۸. گازها و بخارات سمی و یا خفه‌کننده	۱۶۴
۵-۲-۸. خطرات مواد رادیواکتیو	۱۶۶
۶-۲-۸. مخلوط گازهای قابل انفجار	۱۶۶
۷-۲-۸. سر و صدا	۱۶۷
۳-۸. دستورالعمل ایمنی در ایستگاه‌های پمپاژ شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب	۱۶۷
فصل نهم: نرم‌افزارهای مرتبط با شبکه جمع‌آوری فاضلاب	۱۶۹
۱-۹. نرم‌افزار SEWER	۱۶۹
۱-۱-۹. مقدمه	۱۶۹
۲-۱-۹. طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب توسط نرم‌افزار SEWER	۱۶۹
۲-۹. نرم‌افزار SEWERCAD	۱۸۶
۱-۲-۹. مقدمه	۱۸۶
۲-۲-۹. طراحی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب توسط نرم‌افزار SEWER	۱۸۶
۳-۲-۹. مراحل انجام یک پروژه	۱۹۱
منابع و مراجع	۲۱۷
نمایه	۲۱۹

فهرست جداول

۲۰	۱-۱. متوسط جریان روانه فاضلاب به ازاء هر نفر در جوامع مختلف
۲۲	۲-۱. میزان تولید فاضلاب در مراکز عمومی و اداری
۶۳	۱-۴. ضرایب حوزه آبریز بر اساس مساحت
۶۸	۲-۴. ضریب رواناب برای سطوح با جنس های مختلف
۷۴	۳-۴. ضرایب حداقل و حداکثر تولید فاضلاب با توجه به جمعیت
۷۴	۴-۴. مقادیر K_{max} با توجه به نوع فاضلاب و
۷۵	۵-۴. مقادیر K_{max} با توجه به قطر لوله
۸۵	۱-۵. حداقل شیب لازم جهت تامین سرعت ۰/۶ متر بر ثانیه برای لوله فاضلاب در حالت پر
۸۷	۲-۵. رابطه بین قطر و درصد پرشدگی فاضلابروها
۱۲۳	۳-۵. حجم حوضچه های شست و شوی خودکار فاضلاب
۱۳۰	۱-۶. حداقل شیب پیشنهاد شده برای فاضلابروهای بهداشتی
۱۳۲	۲-۶. مقدار ضریب N برای مواد مختلف
۱۳۳	۳-۶. مقدار ضریب m برای کانال مختلف
۱۳۹	۴-۶. روابط هیدرولیکی جریان فاضلاب در لوله های با مقطع دایره ای شکل
۱۴۷	۵-۶. مربوط به محاسبات فاضلاب خانگی با استفاده از رابطه دارسی ویسباخ با $k = 1/5 \text{ mm}$
	۶-۶. مربوط به محاسبات شبکه جمع آوری آب باران با استفاده از رابطه دارسی ویسباخ با $k = 1/5 \text{ mm}$
۱۴۸	در کانال روباز
۱۵۳	۱-۷. حدود مجاز آب اضافه شده پس از پر شدن اولیه لوله در آزمایش آب بندی
۱۵۴	۲-۷. مدت زمان آزمایش آب بندی فاضلابروها با استفاده از هوای تحت فشار با توجه به قطر لوله
۱۶۵	۱-۸. گازهای خطرناک متداول در شبکه جمع آوری فاضلاب و در تصفیه خانه فاضلاب

فهرست نمودارها

۵۴	۱-۴. ارتباط بین مصرف آب و تولید فاضلاب در ساعات مختلف در یک اجتماع
۶۵	۲-۴. نمونه‌ای از نمودار شدت مدت فراوانی
۷۵	۳-۴. نمودار تغییر میزان تولید فاضلاب در ساعات مختلف
۷۵	۴-۴. ارتباط بین ضرایب مختلف در شبکه‌های فاضلاب
۱۳۵	۱-۶. استفاده از روابط سرعت، سطح مقطع و دبی در لوله‌های دایره‌ای شکل
۱۳۶	۲-۶. نمودار مانینگ
۱۳۷	۳-۶. محاسبه نسبت‌های هیدرولیکی در حالت غیر پر در فاضلابروهای با سطح مقطع دایره‌ای شکل

www.ketab.ir

فهرست اشکال

۱۶	۱-۱. نمونه‌هایی از یقایی کتالهای فاضلابی و آب باران در تمدن‌های قدیمی
۱۶	۲-۱. شماتیک شبکه فاضلابی بکار رفته در تمدن روم باستان
۱۷	۳-۱. نمونه لوله به کار رفته در شبکه فاضلابی کشور ترکیه
۲۹	۱-۲. شماتیکی از یک شبکه فاضلابی
۳۰	۲-۲. شبکه جمع‌آوری مجزا
۳۰	۳-۲. شبکه جمع‌آوری مشترک
۷۸	۱-۴. الگوی شعاعی
۷۹	۲-۴. الگوی عمودی
۷۹	۳-۴. الگوی تقاطعی
۸۰	۴-۴. الگوی بادبزی
۹۱	۱-۵. نمونه‌هایی از مقطع دایره‌ای شکل
۹۱	۲-۵. مقطع تخم مرغی شکل
۹۲	۳-۵. مقطع تخم مرغی شکل دست‌ساز
۹۲	۴-۵. مقطع تخم مرغی شکل پیش‌ساخته
۹۲	۵-۵. مقطع تخم مرغی شکل پخ (استاندارد)
۹۳	۶-۵. مقطع نعل اسبی شکل
۹۳	۷-۵. مقطع دایره‌ای با دو شعاع گوناگون
۹۴	۸-۵. مقطع دایره‌ای با دو شعاع گوناگون در حال کارگذاری
۹۸	۹-۵. لوله‌های بتنی
۱۰۲	۱۰-۵. لوله‌های چدنی
۱۰۴	۱۱-۵. لوله‌های فولادی
۱۰۵	۱۲-۵. لوله‌های آریست سیمان
۱۰۷	۱۳-۵. لوله‌های پلی اتیلنی
۱۱۱	۱۴-۵. لوله‌های GRP
۱۱۳	۱۵-۵. درپوش آدم‌رو

۱۱۴	۱۶-۵. فاصله بین دو منهول
۱۱۴	۱۷-۵. اجزای تشکیل دهنده یک منهول
۱۱۶	۱۸-۵. میله و پله ورودی به آدم رو
۱۱۹	۱۹-۵. منهول های پیش ساخته پلی اتیلنی
۱۲۱	۲۰-۵. منهول ریزشی
۱۲۱	۲۱-۵. منهول ریزشی دوبل
۱۲۲	۲۲-۵. تهویه طبیعی از طریق سوراخ‌های درپوش آدم رو
۱۲۴	۲۳-۵. حوضچه‌ی شست و شوی خودکار
۱۲۴	۲۴-۵. حوضچه شست و شوی دستی
۱۵۶	۱-۷. ریشه دوانیدن گیاهان در فاضلابرو از طریق شکستگی لوله
۱۵۷	۲-۷. ریشه دوانیدن گیاهان در فاضلابرو از طریق درز اتصال دو لوله
۱۵۷	۳-۷. گرفتگی کامل فاضلابرو با ریشه گیاهان
۱۵۸	۴-۷. لاروپ برای بیرون آوردن لجن از فاضلابرو
۱۷۰	۱-۹. صفحه اول نرم افزار SEWE
۱۷۰	۲-۹. منوی اصلی نرم افزار SEWER
۱۷۱	۳-۹. بخش Configure نرم افزار SEWER
۱۷۱	۴-۹. User Manual
۱۷۲	۵-۹. منوی عملکردهای فایل در نرم افزار SEWER
۱۷۳	۶-۹. صفحه انتخاب فایل جهت بارگذاری نرم افزار
۱۷۳	۷-۹. صفحه ورود اطلاعات کلی پروژه
۱۷۶	۸-۹. فرم ورود اطلاعات لوله‌های شبکه فاضلابرو
۱۷۷	۹-۹. فرم اطلاعات منهول‌های شبکه فاضلابرو
۱۷۸	۱۰-۹. فرم ورود اطلاعات و مشخصات لوله‌ها و اقطار تجاری آنها
۱۷۹	۱۱-۹. فرم ورود اطلاعات و قیمت‌های حفاری ترانشه
۱۷۹	۱۲-۹. فرم ورود سیاست‌های طراحی شبکه فاضلابرو
۱۸۱	۱۳-۹. ادغام اطلاعات دو فایل با کمک دستور Merge Data
۱۸۲	۱۴-۹. گزینه‌های موجود در File Operation
۱۸۳	۱۵-۹. گزینه‌های موجود در Design Network
۱۸۳	۱۶-۹. گزینه‌های موجود در Display Results
۱۸۵	۱۷-۹. شبیه‌سازی جریان در لوله‌ها با احتساب ضریب کاهشی جریان
۱۸۷	۱۸-۹. محیط نرم افزار Sewer cad

پیش‌گفتار

به موازات توسعه فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی جوامع مختلف بشری و بروز مسائل زیست محیطی، ارائه راهکارهای بهینه جهت جلوگیری از تبعات مخرب زیست محیطی این فعالیت‌ها امری مهم می‌باشد. یکی از موارد بسیار مهم زیست محیطی جمع‌آوری، تصفیه و دفع بهداشتی فاضلاب می‌باشد. اجرا و بهره‌برداری صحیح شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب از یک طرف باعث کنترل آلودگی منابع آبهای سطحی و زیرزمینی و محیط زیست می‌گردد و از طرف دیگر سبب کنترل بیماری‌ها و عفونت‌های واگیردار ناشی از آلودگی آب و محیط با فاضلاب می‌شود. امکان‌سنجی، طراحی، بهره‌برداری، نگهداری، تعمیرات و بازسازی شبکه‌های فاضلاب و نیازمند فعالیت‌های گسترده مدیریتی و مهندسی است که این مهم با استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در تمامی این مراحل با لحاظ قرار دادن مسائل فنی و اقتصادی حاصل می‌گردد. این کتاب مشتمل بر مسائل پیش روی مهندسی و طراحان شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب مانند معیارهای ضرورت احداث شبکه جمع‌آوری، مبانی فنی و طراحی این شبکه‌ها و نرم‌افزارهای مرتبط با طراحی فاضلاب‌روها می‌باشد و امید می‌رود بتواند گامی بلند در جهت پیشبرد اهداف طراحان و دانش‌پژوهان در این زمینه بردارد و نقطه نظرات متخصصین مربوطه را برآورده سازد. اگرچه تلاش بر این بوده که این کتاب به صورت جامع به موضوع مورد بحث پردازد اما خالی از ایراد و اشکال نیست و امید می‌رود با پیشنهادات و انتقادات متخصصین امر این نقایص رفع گردد.

مؤلفان

رسمتان ۱۳۹۳