خجسته باد نام خداوند

که نیکوترین آفریدگاران است

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)
پایان‌نامه دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی عمران- مهندسی آب و فاضلاب

عنوان

تحلیل آماری ترکیب مصارف حداکثر ساعتی، روزانه و آتش‌نشانی برای تدقیق معیار طراحی آتش‌نشانی در طراحی شبکه‌های توزیع آب شهری

دانشجو: فریده آب زاده

استاد راهنما: دکتر محمدرضا جلیلی قاضی زاده

اسفند ۱۳۸۷

بدینوسیله لازم می‌دانم به پاس زحمات و راهنمائی‌های بی‌شائبه و ارزنده استاد گرانقدر جناب آقای دکتر جلیلی قاضی زاده که در راستای انجام و پیشبرد این تحقیق مرا یاری نموده‌اند از ایشان تقدیر و تشکر نمایم.

از همکاران شرکت آب و فاضلاب غرب استان تهران و مدیریت شرکت سما که در انجام این تحقیق با بنده همکاری داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

و

از تمام دوستان و عزیزانی که با همدلی و همراهی خود در مدت انجام پایان نامه به من دلگرمی و امید دادند بی نهایت سپاسگزارم.

تقدیم به پدر و مادرعزیزم

به پاس زحمات و محبت‌های

بیگران و بی‌دریغشان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب فریده آب زاده تأیید می نمایم که تمامی مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب بوده و به دستاوردهای پژوهشی تحقیقاتی دیگران که در این نوشته ازآنها استفاده شده مطابق مقررات ارجاع داده شده است.

عنوان **فهرست مطالب** صفحه

فصل اول : مقدمات ۱

۱-۱) مبانی طراحی طرحهای آبرسانی شهری (نشریه ۳-۱۱۷) ۲

۱-۲) وظیفه شبکه توزیع آب ۳

۱-۳) نیاز آتش‌نشانی ۳

۱-۴) مشکلات آبرسانی ۴

۱-۵) سطوح و استاندارد متفاوت آبرسانی در نقاط مختلف جهان ۴

۱-۶) ضرورت انجام تحقیق ۷

۱-۷) هدف تحقیق ۸

۱-۸) فرضیه تحقیق ۸

۱-۹) روش تحقیق ۹

۱-۱۰) نگاهی اجمالی به فصول پایان‌نامه ۹

فصل دوم: بررسی معیارها و ضوابط طراحی ۱۰

۲-۱) دوره طرح ۱۱

۲-۲) برآورد جمعیت ۱۴

۲-۳) مصارف سرانه ۱۵

۲-۳-۱) مصرف متوسط ۱۵

۲-۳-۱-۱) مصرف خانگی ۱۶

۲-۳-۱-۲) مصرف غیرخانگی ۱۷

۲-۴) تغییرات مصرف ۲۱

۲-۴-۱) مصرف حداکثر روزانه ۲۱

۲-۴-۲) مصرف حداکثر ساعتی ۲۳

۲-۵) معیار طراحی شبکه توزیع ۲۵

۲-۶) پارامترهای طراحی ۲۶

۲-۶-۱)دبی طراحی ۲۶

۲-۶-۱-۱) نشریه ۳-۱۱۷ ..... ۲۶

۲-۶-۱-۲) مراجع دیگر ۲۷

۲-۶-۱-۳) تحلیل و بررسی رابطه نشریه ۳-۱۱۷ ..... ۲۸

۲-۶-۲) فشار ۲۹

عنوان **فهرست مطالب** صفحه

۲-۶-۲-۱)مقادیر حداقل و حداکثر فشار در نشریه ۳ -۱۱۷..... ۳۱
۲-۶-۲-۲) مقادیر حداکثر و حداقل فشار مربوط به کشورهای دیگر..... ۳۱
۲-۶-۲-۳) تحلیل مقادیر فشار..... ۳۲
۲-۶-۳) شیب خط هیدرولیکی..... ۳۳
۲-۶-۴) سرعت..... ۳۴
۲-۶-۴-۱) دلایل محدودیت حداکثر سرعت..... ۳۴
۲-۶-۴-۲) دلایل محدودیت حداقل سرعت..... ۳۵
۲-۶-۴-۳) نشریه ۳- ۱۱۷..... ۳۵
۲-۶-۴-۴) تحلیل مقادیر سرعت..... ۳۵
۲-۶-۵) قطر..... ۳۵
۲-۶-۵-۱) نشریه ۳-۱۱۷..... ۳۷
۲-۶-۵-۲) ایالات متحده..... ۳۷
۲-۶-۵-۳) کانادا..... ۳۸
۲-۶-۵-۴) اروپا..... ۳۸
۲-۶-۵-۵) هندوستان..... ۳۸

فصل سوم: نیاز آتش‌نشانی در طراحی شبکه توزیع..... ٤٠
۳-۱) تأثیر دبی آتش‌نشانی در طراحی شبکه توزیع آب..... ۴۰
۳-۲) محاسبه دبی آتش‌نشانی..... ۴۱
۳-۳) ضوابط مربوط به نیاز آتش‌نشانی در نشریه ۳-۱۱۷..... ۴۲
۳-۴) ضوابط دبی موردنیاز آتش‌نشانی سایر کشورها..... ۴۲
۳-۴-۱) ایالات متحده آمریکا..... ۴۲
۳-۴-۲) کانادا..... ۴۵
۳-۴-۳) اروپا..... ۴۶
۳-۴-۳-۱) آلمان..... ۴۶
۳-۴-۳-۲) انگلستان..... ۴۷
۳-۴-۳-۳) یونان..... ۴۸
۳-۴-۳-۴) اسپانیا..... ۴۸
۳-۴-۳-۵) هلند..... ۴۸
۳-۴-۴) آفریقای جنوبی..... ۴۹

عنوان **فهرست مطالب** صفحه

۳-۴-۵) بحث و بررسی ضوابط دبی موردنیاز آتش‌نشانی ۵۰
۳-۵) بررسی ضوابط مربوط به فاصله شیرهای آتش‌نشانی ۵۲
۳-۵-۱) نشریه ۳-۱۱۷(مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری) ۵۳
۳-۵-۲) ضوابط فاصله شیرهای آتش‌نشانی در برخی کشورها ۵۴
۳-۵-۲-۱) آمریکا ۵۴
۳-۵-۲-۲)کانادا ۵۵
۳-۵-۲-۳) کشورهای اروپایی ۵۶
۳-۶) بحث و تحلیل در مورد فاصله شیرهای آتش‌نشانی در شبکه‌های توزیع آب کشور ۵۶

فصل چهارم: بررسی و تحلیل معیار طراحی آتش‌نشانی ۵۸
۴-۱) تعیین دوره طرح ۶۰
۴-۲) تعیین جمعیت سال مبدأ و پیش‌بینی آن ۶۱
۴-۳) تعیین مصرف سرانه ۶۳
۴-۴) محاسبه مصرف متوسط سالانه ۶۴
۴-۵) نوسانات مصرف ۶۹
۴-۶) الگوی مصرف روزانه ۶۹
۴-۷) الگوی مصرف ساعتی ۷۱
۴-۸) پایلوت مورد مطالعه ۷۴
۴-۸-۱) پایلوت مورد مطالعه ۷۵
۴-۸-۲) شبیه سازی مصرف دوره طرح ۷۵
۴-۹) تعیین احتمال وقوع نسبتهای مختلف مصرف حداکثر ساعتی مربوط به انتهای دوره طرح ۷۸
۴-۱۰) بررسی معیار طراحی موجود ۸۲
۴-۱۰-۱) برآورد تعداد ساعاتی که در طول دوره طرح، مصرفی بیش از مصرف حداکثر روزانه دارند ۸۲
۴-۱۱) تعریف خطرپذیری ۸۷
۴-۱۲) تعیین احتمال وقوع آتش‌سوزی ۸۷
۴-۱۳) بررسی خطرپذیری معیار موجود ۸۹
۴-۱۴) بررسی امکان معیار قرار دادن نسبتهای دیگری از مصرف حداکثر روزانه ۹۱
۴-۱۵) بحث و نتیجه گیری ۹۴

عنوان **فهرست مطالب** صفحه

۴-۱۶) بررسی خطرپذیری معیار طراحی برای شهر هشتگرد ۹۶
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۷
۵-۱) نتیجه گیری کلی ۹۸
۵-۲) پیشنهادات برای مطالعات آینده ۹۹

عنوان

فهرست جداول

صفحه

جدول (۲-۱): عمر فنی اجزای سیستم توزیع ۱۲
جدول (۲-۲): دوره طرح برای تأسیسات مختلف آب و فاضلاب (نشریه ۳-۱۱۷) ۱۳
جدول (۲-۳): مصرف آب در صنایع مختلف ۱۸
جدول (۲-۴): میزان مصرف تعدادی مراکز تجاری و عمومی ۱۹
جدول (۲-۵): مصرف توریستی در جنوب غربی انگلستان ۱۹
جدول (۲- ۶): ضریب حداکثر روزانه در مناطق مختلف آب و هوایی ۲۲
جدول(۲-۷): نسبت مصارف حداکثر روزانه در نقاط مختلف جهان ۲۳
جدول (۲-۸): محدوده فشار در شهرهای مختلف جهان ۳۰
جدول (۲-۹): محدودیت فشار در شرایط مختلف ۳۱
جدول (۲-۱۰) : حداقل فشار در شبکه توزیع آب ۳۲
جدول (۲- ۱۱): قطر لوله در قسمتهای مختلف شبکه ۳۷
جدول (۳-۱): میزان NFF برای ساختمانهای مسکونی یک تا دو خانوار ۴۴
جدول (۳-۲): میزان دبی مورد نیاز آتش‌نشانی در آیین‌نامه کشور آلمان ۴۶
جدول (۳-۳): میزان دبی موردنیاز آتش‌نشانی بر حسب کاربری بر اساس Water UK & LGA ۴۷
جدول (۳-۴): شرایط تأمین دبی موردنیاز آتش‌نشانی در شبکه‌های توزیع کشور آفریقای جنوبی ۴۹
جدول (۳-۵): میزان دبی آتش‌نشانی در کشورهای مختلف ۵۰
جدول (۳-۶): فاصله شیرهای آتش‌نشانی برحسب میزان دبی در استاندارد ISO ۵۴
جدول (۳-۷): فاصله شیرهای آتش‌نشانی برحسب میزان دبی ۵۵
جدول (۳-۸): فاصله شیرهای آتش‌نشانی در قسمتهای مختلف شبکه ۵۵
جدول (۴-۱): گروه‌های جمعیتی درنظر گرفته و میزان پیش‌بینی‌شده ۶۲
جدول (۴-۲): دستورالعمل تعدیل مصرف سرانه ۶۳
جدول (۴-۳): میزان مصرف متوسط گروه جمعیتی (الف) ۶۵
جدول (۴-۴): میزان مصرف متوسط گروه جمعیتی (ب) ۶۶
جدول (۴-۵): میزان مصرف متوسط گروه جمعیتی (ج) ۶۷
جدول (۴-۶): میزان مصرف متوسط گروه جمعیتی (د) ۶۸
جدول (۴-۷): ضریب حداکثر روزانه در مناطق مختلف آب و هوایی کشور ۷۰
جدول (۴-۸): الگوی مصرف ساعتی بر حسب جمعیت (منزوی، ۱۳۷۸) ۷۲
جدول (۴-۹): میزان مصرف متوسط پیش‌بینی شده شهر هشتگرد در طول دوره طرح ۷۷
جدول (۴-۱۰): مقادیر احتمال وقوع نسبتهای مختلف مصرف ساعتی مربوط به جمعیتهای مختلف ۸۲
جدول (۴-۱۱): خطرپذیری معیار طراحی آتش‌نشانی $Q_d(max)$ بر حسب جمعیت ۹۰
جدول (۴-۱۲): خطرپذیری نسبتهای مختلف حداکثر مصرف روزانه بر حسب جمعیت ۹۴
جدول (۴-۱۳): معیار طراحی پیشنهادی برای جمعیت‌های مختلف ۹۵

عنوان **فهرست اشکال** صفحه

شکل (۱-۱): وضعیت تأمین آب در بعضی نقاط جهان ۵
شکل (۱-۲): نسبت هزینه‌های کارهای آبرسانی در سال ۱۹۹۸ در کشور هلند بر حسب درصد ۶
شکل (۲-۱): میزان مصرف سرانه خانگی در کشورهای اروپایی ۱۶
شکل (۲-۲): رابطه بین مصرف سرانه خانگی با تعداد افراد خانواده ۱۷
شکل (۲-۳): نمودار مصرف ساعتی شهر هشتگرد ۲۴
شکل (۲-۴): رابطه ضریب حداکثر ساعتی با رشد جمعیت ۲۵
شکل (۲-۵): نمودار رابطه فشار- مصرف ۳۳
شکل (۲-۶): رابطه قطر لوله و هزینه کل سیستم ۳۷
شکل (۴-۱): الگوی فرضی مصرف روزانه ۷۱
شکل (۴-۲): الگوی مصرف ساعتی برای جمعیت‌های مختلف ۷۳
شکل (۴-۳): نمونه مصرف لحظه‌ای ورودی ثبت شده شهر هشتگرد در ماه‌های مختلف ۷۴
شکل (۴-۴): نمودار نمونه الگوی مصرف ساعتی شهر هشتگرد روز ۱۲ مرداد ماه سال ۱۳۷۶ ..... ۷۶
شکل (۴-۵): نمودار احتمال وقوع نسبت تجمعی مصرف پیک برای گروه جمعیتی الف ۷۸
شکل (۴-۶): نمودار احتمال وقوع نسبت تجمعی مصرف پیک برای گروه جمعیتی ب ۷۹
شکل (۴-۷): نمودار احتمال وقوع نسبت تجمعی مصرف پیک برای گروه جمعیتی ج ۷۹
شکل (۴-۸): نمودار احتمال وقوع نسبت تجمعی مصرف پیک برای گروه جمعیتی د ۸۰
شکل (۴-۹): نمودار احتمال وقوع نسبت تجمعی مصرف پیک شهر هشتگرد ۸۱
شکل (۴-۱۰): نمودار مصارف ساعتی در روزهای کم مصرف و پرمصرف هر سال و نمودار مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی الف) ۸۳
شکل (۴-۱۱): نمودار مصارف ساعتی در روزهای کم مصرف و پرمصرف هر سال و نمودار مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی ب) ۸۴
شکل (۴-۱۲): نمودار مصارف ساعتی در روزهای کم مصرف و پرمصرف هر سال و نمودار مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی ج) ۸۴
شکل (۴-۱۳): نمودار مصارف ساعتی در روزهای کم مصرف و پرمصرف هر سال و نمودار مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی د) ۸۵
شکل (۴-۱۴): نمودار مصارف ساعتی در روزهای کم مصرف و پرمصرف هر سال و نمودار مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح (شهر هشتگرد) ۸۵
شکل (۴-۱۵):نمودار احتمال بیشتربودن مصارف ساعتی از مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح ۸۶

عنوان **فهرست اشکال** صفحه

شکل (۴-۱۶): نمودار احتمال وقوع آتش‌سوزی در هر ساعت بر حسب جمعیت..... ۸۸
شکل (۴-۱۷): نمودار احتمال بیشتر بودن مصرف ساعتی در طول دوره طرح از نسبت‌های مختلف حداکثر مصرف روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی الف)..... ۹۱
شکل (۴-۱۸): نمودار احتمال بیشتر بودن مصرف ساعتی در طول دوره طرح از نسبت‌های مختلف حداکثر مصرف روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی ب)..... ۹۲
شکل (۴-۱۹): نمودار احتمال بیشتر بودن مصرف ساعتی در طول دوره طرح از نسبت‌های مختلف حداکثر مصرف روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی ج)..... ۹۲
شکل (۴-۲۰): نمودار احتمال بیشتر بودن مصرف ساعتی در طول دوره طرح از نسبت‌های مختلف حداکثر مصرف روزانه انتهای دوره طرح (گروه جمعیتی د)..... ۹۳

نقش و اهمیت ضوابط و استانداردها و تأثیرات فنی و اقتصادی آنها در طراحی و بهره‌برداری بهینه از تأسیسات آب و فاضلاب امری غیرقابل چشم‌پوشی است. با توجه به پیچیدگی طراحی شبکه‌های آب شهری، وجود معیار و ضابطه‌ای که طبق آن بتوان استانداردها را در طراحی رعایت کرد، از اهمیت زیادی برخوردار است. در کشور ما طراحی شبکه‌های آبرسانی شهری بر اساس نشریه ۳-۱۱۷ (مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری) انجام می‌شود. تدوین این آیین‌نامه در اوایل سالهای دهه ۷۰ صورت گرفته است؛ در حال حاضر با توجه به تغییر و افزایش نیازها و محدودیت منابع آب که در سالهای اخیر تشدید شده است و با توجه به اینکه این آیین‌نامه سالانه مبنای طراحی دهها و صدها طرح آبرسانی قرار می‌گیرد، نیاز به بازبینی و تجدید نظر در آن احساس می‌شود. در این تحقیق که شامل دو قسمت می‌باشد، ابتدا ضمن بررسی موارد و جزئیات مطرح شده در نشریه ۳-۱۱۷ از قبیل سرعت، فشار، قطر لوله، تلفات، نیاز آتش‌نشانی و تطبیق آن با شرایط و نیازهای مربوط به شبکه‌های توزیع آب شهری، مقایسه‌ای نیز با استانداردها و معیارهای طراحی سایر کشورها صورت گرفته است. در قسمت دوم این تحقیق به صورت تخصصی به بررسی معیار طراحی آتش‌نشانی پرداخته شده و سعی گردیده است، مطالعاتی در جهت روشن شدن دلایل انتخاب معیار دبی آتش‌نشانی در طراحی شبکه توزیع انجام گیرد. برای طراحی آتش‌نشانی، مقدار دبی روزانه با دبی موردنیاز آتش‌نشانی جمع می‌شود؛ دلیل اینکه چرا مصرف حداکثر روزانه با دبی موردنیاز آتش‌نشانی جمع می‌شود و به عنوان دبی مبنای طراحی آتش‌نشانی قرار می‌گیرد، روشن نیست. در این تحقیق سعی شده است با شبیه‌سازی مصرف ساعتی وروزانه در سالهای دوره طرح و تحلیل این مصارف به بررسی این موضوع پرداخته شود. بدین ترتیب که ابتدا پس از تعیین چند گروه جمعیتی مشخص، با درنظر گرفتن دوره طرح معین، پیش‌بینی جمعیت طی این مدت انجام گرفت؛ سپس با تعیین مصرف سرانه متناسب با هر گروه جمعیتی و استفاده از الگوی مصرف روزانه و ساعتی فرضی، مصرف روزانه و ساعتی در سالهای دوره طرح شبیه‌سازی شد. پس از آن با درنظر گرفتن مصرف حداکثر روزانه انتهای دوره طرح و نسبتهای مختلف آن، تعداد ساعاتی که در طول دوره طرح دارای مصرف بیش از مقادیر هر یک از این نسبتها هستند و احتمال وقوع آن بدست آمد. سپس با تعریف خطرپذیری، خطرپذیری معیار طراحی بر اساس مصارف بدست آمده برای گروههای جمعیتی مختلف بدست آمد و برروی نتایج بحث شد. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که معیار طراحی آتش‌نشانی موجود دقیق نبوده، بطوریکه برای گروه‌های جمعیتی ریسک پذیرفته شده برای تأمین آب آتش‌نشانی یکسان نیست. پیشنهاد برای روش طراحی بطوریکه ریسک و خطرپذیری برای شرایط مختلف طراحی یکسان باشد، ارائه گردید.

فصل اول

مقدمه

تاریخ آبرسانی روزگاری آغاز می‌گردد که بشر زندگی گروهی را برگزید. پس برای تأمین نیازهای آبی خود، نخستین شهرها را در کنار رودخانه‌هایی مانند نیل، دجله، فرات و سند ساخت؛ در جاهایی که دسترسی به آب رودخانه نبود برای رفع نیاز خود اقدام به کندن چاه نمود. از آنجائیکه همه آبهایی که در دسترس بودند از نظر کمی وکیفی جوابگوی نیازها نبودند، انسان به فکر جابجا کردن آن افتاد و تکنیک آبیاری و آبرسانی بوجود آمد. از مشاهده جریان رودخانه، بشر این قانون طبیعی را آموخت که آب می‌تواند خودبخود از بلندی به پستی روان گردد؛ در جاهایی که آب در گودی قرار داشت، بشر به پیروی از طبیعت و با کندن شیارهای روبازی در زمین، شیب لازم را برای برقرارکردن جریان آب ایجاد نمود (کانالهای آبیاری). این فکر را انسان پس از هزاران سال گسترش داد و برای برداشت از آبهای بسیار گود بجای شیار روباز نامبرده، کوره‌ها و آبراه‌های زیرزمینی برای جریان یافتن آب بوجود آورد (قنات یا کاریز) و طی سالها کم‌کم توزیع آب با استفاده از لوله‌ها شکل گرفت (منزوی، ۱۳۷۸). این حقیقت واضح است که همه تمدنها و پیشرفت‌های اجتماعی بزرگ، آبرسانی منظم و سازمان یافته را به عنوان نیاز اصلی و ضروری جامعه بشری می‌دانند.

امروزه همه شهرهای بزرگ و کوچک و بسیاری از روستاها دارای شبکه آبرسانی هستند؛ افزایش روزافزون جمعیت شهرها، پیشرفت صنایع و لزوم گسترش شبکه‌های موجود برای آبرسانی به مناطق تحت توسعه شهری و صنعتی از یک طرف و مشکلات ناشی از کمبود آب و هزینه‌های زیاد تأمین آب آشامیدنی سالم و قابل‌شرب از طرف دیگر، لزوم استفاده از آیین‌نامه‌ای که طبق آن بتوان به طراحی مناسب و بهینه دست یافت را تقویت می‌کند. بنابراین وجود معیارها و ضوابطی که طبق آن بتوان شبکه‌های توزیع را طراحی کرد بطوریکه تمام نیازهای مصرف مشترکین، مسائل اقتصادی و ملاحظات اجرائی و بهره‌برداری را در نظرگیرد از اهمیت زیادی برخوردار است.

معمولا تمام کشورها به منظور طراحی شبکه‌های آبرسانی از آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مشخصی استفاده می‌کنند؛ اکثر کشورهای بزرگ و صنعتی برای طراحی هر یک از بخش‌های تأسیسات آبرسانی دارای آیین‌نامه‌های مجزا می‌باشند. در کشور ایالات متحده، انجمن کارهای آبی آمریکا[1] استانداردهای مربوط به مبانی طراحی، آنالیز و بهره‌برداری شبکه توزیع را در قالب آیین‌نامه‌های مجزا ارائه داده است که هر یک در سالهای مختلف انتشار یافته‌اند. دستورالعمل مربوط به تأمین نیاز آتش‌نشانی بوسیله شبکه توزیع برای اولین بار در سال ۱۹۸۹ منتشر شده و تاکنون چندین بار ویرایش و اصلاح شده است. در کشور ما دستورالعمل طراحی شبکه‌های آبرسانی در قالب مبانی طراحی طرحهای آبرسانی شهری (نشریه ۳-۱۱۷)، در اوایل دهه هفتاد توسط دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه و بخش استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو تدوین و انتشار یافته است.

۱-۱- مبانی طراحی طرحهای آبرسانی شهری (نشریه ۳-۱۱۷)

این دستورالعمل شامل مباحث مختلف طراحی شبکه‌های آبرسانی از جمله مبانی تعیین جمعیت، دوره طرح و مصرف سرانه آب، ضوابط طراحی شبکه‌های توزیع و مخازن، ضوابط مربوط به دبی، سرعت، فشار و قطر لوله‌ها در شبکه توزیع، ضوابط تعیین حجم مخازن و تأمین نیاز آتش‌نشانی و نحوه استفاده از شیرهای آتش‌نشانی می‌باشد. اکنون پس از گذشت نزدیک به دو دهه از عمر این آیین‌نامه، با توجه به تغییر و افزایش

---

۱ American Water Work Association

نیازها و محدودیت منابع آب طی سالهای اخیر با ابهامات و اشکالاتی در برخی از نکات مطرح شده در آیین‌نامه از جمله دبی مصرف، تلفات و نیاز آتش‌نشانی مواجه شده است و با علم به اینکه سالانه مبنای طراحی دهها و صدها طرح‌های آبرسانی قرار می‌گیرد، لزوم بازبینی و تجدیدنظر در آن احساس می‌شود. در این پایان نامه بعضی از ضوابط موجود در این نشریه مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

۱-۲- وظیفه شبکه توزیع آب

طراحی تأسیسات آبرسانی شهری بر اساس تأمین مصرف آب مشترکین با در نظر گرفتن تمام نیازهای آبی آنان در تمام ساعات شبانه‌روز و در طول دوره طرح طراحی می‌شوند.

وظیفه اصلی شبکه‌های توزیع عبارتند از:

- آبرسانی کافی به میزان موردنیاز مصرف شهری
- تأمین نیاز آتش‌نشانی

یک شبکه آبرسانی شهری باید قادر باشد تمام نیازهای مشترکین را از نظر کمی و کیفی به طور مناسب و مطابق با استانداردهای موجود برآورده کند. از نظر هیدرولیکی، باید آب با کیفیت و کمیت مناسب و سرعت و فشار مطلوب در دسترس باشد.

۱-۳- نیاز آتش‌نشانی

قرنها از آب برای خاموش‌کردن آتش‌سوزی استفاده شده است؛ یکی از قدیمی‌ترین موارد، مربوط به آتش‌سوزی بزرگ سال ۱۶۶۶ در لندن است که گفته شده بزرگی آتش‌سوزی به دلیل خرابی زودهنگام چرخ‌آبی بوده که آب را از رود تایمز به لوله‌ها انتقال می‌داده است. در قرنهای بعدی نیز در آمریکای شمالی خسارتهای زیادی در اثر کمبود آب جهت خاموش‌کردن آتش‌سوزی‌های شهری بوجود آمده‌است (J.K.Richardson,*et al*, 2006). آب مورد نیاز جهت خاموش‌کردن آتش‌سوزی را می‌توان از منابع مختلفی مثل شبکه توزیع آب یا منابع طبیعی مثل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و... برداشت نمود؛ اما در شهرها شبکه توزیع آب به‌دلیل گسترده بودن آن در سطح شهر و در دسترس نبودن منابع طبیعی، گزینه برتر در

تأمین آب آتش‌نشانی می‌باشد؛ بنابراین ظرفیت هیدرولیکی شبکه توزیع را باید طوری تعیین کرد که بتوان آب مورد نیاز آتش‌نشانی را بدون ایجاد تأثیر منفی در برداشت دیگر مصارف شهری تأمین کرد.

تأمین نیاز آتش‌نشانی در شبکه توزیع موجب افزایش ظرفیت اجزای شبکه شده و متعاقب آن افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و مشکلات بهره‌برداری نیز دربر دارد؛ به همین دلیل تعیین دقیق میزان دبی آتش‌نشانی در طراحی شبکه توزیع از اهمیت زیادی برخوردار است.

۱-٤- مشکلات آبرسانی

افزایش روزافزون جمعیت شهرها، پیشرفت صنایع و متعاقب آن، افزایش مصرف در کشورهای جهان برای آبرسانی شهرها مشکلات و مسائل خاصی را بدنبال داشته است. این مسأله در کشور ما که با کمبود منابع آب قابل شرب مواجه است، نمود بیشتری پیدا می‌کند. مهاجرت روزافزون مردم از روستا به شهرهای کوچک و از شهرهای کوچک به شهرهای بزرگ، پیشرفت سریع زندگی مدرن و توجه بیشتر به مسائل بهداشتی، مقدار نیازهای آبی را افزایش می‌دهد. تنها با طراحی اصولی و بهره‌برداری درست از منابع آب و نیز شبکه‌های آبرسانی و جلوگیری از اتلاف آب در مراحل مختلف آبرسانی می‌توان نیازهای آینده را تأمین کرد.

۱-۵- سطوح و استاندارد متفاوت آبرسانی در نقاط مختلف جهان

- طبق مطالعاتی که در اواخر دهه ۸۰ در کشور هلند انجام شده، متوسط تعداد دفعات قطع آبرسانی که باعث قطع آب مشترکین می‌شود، به میزان قابل‌توجهی کم است. بر اساس این مطالعات، احتمال وقوع قطعی آب، بطوریکه پس از باز شدن شیر در محل مصرف، آبی از شیر خارج نشود، هر ۱۴ سال یکبار است. علیرغم بالا بودن قابلیت اعتماد شبکه، آبرسانی کافی و تعرفه‌های مناسب، متوسط مصرف سرانه خانگی در این کشور بندرت از میزان ۱۳۰ لیتر بر روز تجاوز می‌کند (Vewin, 2001).
- در شبکه توزیع آب شهر صنعا، پایتخت جمهوری یمن، قطعی آب هر دو روز یکبار اتفاق می‌افتد. مردم این شهر از این قضیه آگاه هستند که در صورت بازنگه داشتن شیر آب به میزان بیش از حد لازم، احتمال قطعی آب وجود دارد. بدلیل قطعی طولانی مدت آب، مشترکین آب موردنیاز خود را در

بشکه‌هایی که بر روی بام منازل نصب می‌شوند، ذخیره می‌کنند؛ با این وصف، متوسط مصرف سرانه در این کشور در حدود ۹۰ لیتر در روز است(Trifunovic, 2006).

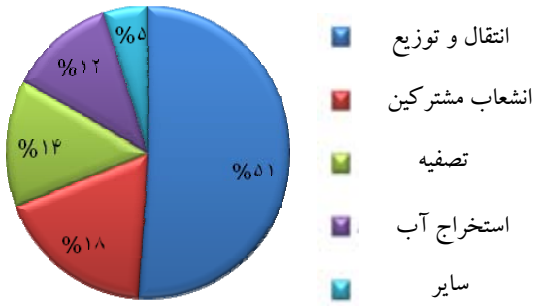
- آبرسانی در روستاهای موجود در ناحیه دارسی در ایالت آندرا پاردش[۲] در کشور هند روزانه چندین بار قطع می‌شود. در این منطقه انشعاب خانگی وجود ندارد و مشترکین آب را بوسیله تانکرهایی از مخزن مرکزی که آب موردنیاز کل روستا را تأمین می‌کند، برداشت می‌کنند. متوسط مصرف سرانه ۵۰ لیتر در هر روز است.

این موارد نشان‌دهنده سطوح مختلف آبرسانی در نقاط مختلف جهان است: در اروپا تأمین آب بصورت منظم و مداوم انجام می‌گیرد؛ در مناطق خشک خاورمیانه آبرسانی با قطعی متناوب همراه است در حالیکه در بعضی مناطق شهری در آسیا بدلیل کمبود آب و سرمایه، آب موردنیاز بوسیله تانکر به محل مصرف انتقال داده می‌شود. در بعضی مناطق قاره آفریقا اوضاع از این هم بدتر هست؛ شبکه توزیع وجود ندارد و میزان آب بحدی کم است که مشترکین آب مورد نیاز خود را از محل تأمین با استفاده از سطل‌هایی برداشت می‌کنند و به محل مصرف می‌رسانند؛ متوسط مصرف سرانه در این مناطق بسیار ناچیز است. در شکل (۱-۱) تأمین آب بوسیله مشترکین توسط سطل نشان داده شده است.

شکل(۱-۱): وضعیت تأمین آب در بعضی نقاط جهان

[۲] Andhra Pardesh.

این موارد نشان‌دهنده بحران کمبود آب در نقاط مختلف جهان است که در سالهای اخیر با توجه به گسترش جوامع و افزایش جمعیت ارزش آن نمود بیشتری پیدا کرده است، بنابراین این فکر به ذهن متبادر می‌شود که چگونه می‌توان از این نعمت حیاتی بدرستی استفاده کرد، بطوریکه بتوان در مراحل مختلف استفاده، از هدررفت آن جلوگیری کرد. در سالهای اخیر به مسأله بهره‌برداری توجه زیادی شده است و شرکت‌های آب و فاضلاب در پی این هستند که با بهره‌برداری و نگهداری اصولی شبکه‌های توزیع، تلفات آب در نتیجه عوامل مختلف ناشی از عملکرد نادرست شبکه را کاهش دهند، اما قبل از آن باید به مسأله طراحی شبکه‌های توزیع نیز توجه کرد. در صورتی که طراحی بگونه‌ای مناسب انجام گرفته باشد، می‌توان امید داشت که با بهره‌برداری، مناسب از ایجاد مشکلات جلوگیری کرد؛ بعبارتی دیگر پایه و اساس عملکرد صحیح شبکه را می‌توان در طراحی صحیح و انتخاب مناسب معیارها و ضوابط طراحی دانست. معیارهای طراحی و پارامترهای آن از جمله نیاز آتش‌نشانی، سرعت، فشار و ... که در این تحقیق به آن پرداخته می‌شود از جمله ابزارهایی هستند که انتخاب مناسب آنها بر عملکرد صحیح شبکه مؤثر است. این پارامترها نیز به نوبه خود بر یکدیگر تأثیر دارند؛ از طرفی سیستم آبرسانی نیازمند حجم عظیمی از سرمایه می‌باشد. به‌عنوان مثال در شکل (۱-۲) نمودار نسبت هزینه‌های کارهای آبرسانی در کشور هلند در سال ۱۹۹۸ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، هزینه کل کارهای آبرسانی حدود ۵ بیلیون دلار برآورد شده است و بیش از نیمی از هزینه‌ها مربوط به فرایند انتقال و توزیع آب است.



شکل (۱-۲): نسبت هزینه‌های کارهای آبرسانی در سال ۱۹۹۸ در کشور هلند بر حسب درصد

با توجه به صرف چنین سرمایه عظیمی، لازم است با استفاده از روابط و پارامترهای مناسب طراحی از هدررفت سرمایه جلوگیری کرد؛ همانطور که پیشتر بیان شد در شبکه‌های توزیع، طراحی و بهره‌برداری تأثیر متقابل بر یکدیگر دارند و نقصان در یکی موجب عدم کارایی دیگری می‌شود، این بدین معناست که در صورتی که پارامترهای طراحی صحیح انتخاب نشده باشند، حتی درصورت بهره‌برداری مناسب نیز نمی‌توان کاری از پیش برد و مانع از هدررفت آب و مشکلات اقتصادی ناشی از آن شد؛ بنابراین شناخت صحیح معیار طراحی و انتخاب درست پارامترهای آن موجب کاهش مشکلات بهره‌برداری و هزینه‌های اقتصادی ناشی از وقوع حوادث و اتفاقات ناشی از طراحی غلط می‌شود. طراحی، نگهداری و بهره‌برداری بهینه همواره از دغدغه‌های اصلی شرکتهای تولید و تأمین آب است؛ کشور ما نیز که از نظر آب و هوایی در منطقه خشک جهان قرار دارد و در بسیاری از شهرها مشکل کمبود آب داشته، توجه به مسائل طراحی و استفاده از روابط مناسب جهت طراحی شبکه‌های توزیع از اهمیت زیادی برخوردار است.

۱-٦- ضرورت انجام تحقیق

شبکه‌های آب شهری باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که نیازهای مشترکین را تأمین کنند. آب مصرفی مشترکین ثابت نیست و در ساعتهای مختلف روز و روزهای مختلف سال متغیراست. از طرف دیگر شبکه‌های آبرسانی برای انتهای دوره طرح که جمعیت به مقدار حداکثر خود می‌رسد، طراحی می‌شوند، بنابراین بدیهی است که در ساعتهای زیادی در طول روز و روزهای زیادی در طول سالهای دوره طرح، ظرفیت شبکه بیشتر از مقدار موردنیاز خواهد بود. ظرفیت اضافی شبکه نه تنها باعث افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، نگهداری و اجرا می‌شود، بلکه باعث افزایش فشار بیش از مقدار مورد نیاز در ساعتهای غیر پیک ودر نتیجه ایجاد مشکلات جدی در بهره‌برداری خواهدشد. فشار اضافی باعث افزایش نشت، افزایش تعداد حوادث و اتفاقات، افزایش مصرف آب مشترکین و کاهش عمر مفید تأسیسات خواهد شد. بدین ترتیب ملاحظه می‌گردد که اضافه در نظرگرفتن ظرفیت شبکه از نظر اقتصادی و همچنین کیفیت بهره برداری مشکلات جدی در بر خواهد داشت که با توجه به موضوع کم آبی در سالهای اخیر، این مسأله اهمیت بیشتری پیدا می کند. موضوع معیار طراحی وقتی پیچیده‌تر می‌شود که می‌بایست شبکه علاوه بر