

محیط زیست و بهداشت محیط (۸)

مهندسی آب

ویژه آزمونهای کارشناسی ارشد و دکتری (Ph.D)



برتری‌ها و ویژگیهای این سری کتابها:

• تفکیک موضوعی مطالب در هر جلد

• تألیف توسط با سابقه‌ترین مدرسين و مؤلفان این رشته‌ها

• در برداشتن سوالات آخرین دوره آزمونهای کارشناسی ارشد

و دکتری (Ph.D) مهندسی بهداشت محیط و محیط زیست

(مهندسی، علوم، مدیریت، طراحی، حقوق، اقتصاد،

برنامهریزی و منابع طبیعی)

• حاوی پاسخنامه تشریحی جامع و کامل

مؤلف: غلامرضا موسوی

با همکاری: دکتر محمدرضا خانی - دکتر کامیار یغمائی

فصل اول

برآورد نیاز آبی و آب آتش نشانی

۱-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کدام مورد زیر بیشترین تأثیر را در مصرف سرانه آب دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

۱) قیمت آب، فشار آب، وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب، کیفیت آب

۲) فشار آب، شرایط آب و هوایی، قیمت آب، دسترسی به آب

۳) دسترسی به آب، کیفیت آب، فشار آب، قیمت آب

۴) شرایط آب و هوایی، قیمت آب، وجود شبکه جمع‌آوری فاضلاب، دسترسی به آب

۲- نیاز آبی به کدام یک از موارد زیر کمترین بستگی را دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

۱) نوع شبکه توزیع ۲) فشار آب ۳) وضعیت اقتصادی ۴) کیفیت آب

۳- کدام یک از موارد زیر بیشترین تأثیر را در مصرف سرانه دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۶)

۱) قیمت آب ۲) فشار آب ۳) کیفیت آب ۴) شرایط جغرافیایی

۴- کدام یک از موارد زیر در متوسط مصرف سرانه آب تأثیر بیشتری دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

۱) قیمت آب ۲) کیفیت آب ۳) دسترسی به آب ۴) برنامه صرفه‌جویی

۵- کدام دسته از عوامل زیر بیشترین تأثیر را در متوسط مصرف سرانه آب دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

۱) کیفیت آب - وضعیت اقتصادی - شبکه جمع‌آوری - آداب و رسوم

۲) کنتور - فشار آب - وضعیت اقتصادی - شرایط آب و هوایی

۳) دسترسی به آب - کیفیت آب - شبکه جمع‌آوری - فشار

۴) فرهنگ - آداب و رسوم - کنتور - شرایط آب و هوایی

۶- کدام یک از موارد زیر بیشترین تأثیر در متوسط مصرف سرانه آب دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۱)

۱) شرایط آب و هوایی - قیمت آب - آداب و رسوم - بزرگی شهر

۲) کنتور آب - شرایط آب و هوایی - دسترسی به آب - فشار آب

۳) شرایط آب و هوایی - رفاه اجتماعی - بزرگی شهر - شبکه فاضلاب

۴) کنتور آب - فشار آب - قیمت آب - سیستم گرمایش آب

۷- در کدام گزینه، تأثیر عوامل مختلف در مصرف متوسط سرانه آب به ترتیب افزایش می‌یابد؟
(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

(۱) شبکه جمع‌آوری فاضلاب، کنتور آب، شرایط آب و هوایی، قیمت آب

(۲) فشار در شبکه آبرسانی، وضعیت اقتصادی، بزرگی شهر، کیفیت آب

(۳) شرایط آب و هوایی، قیمت آب، کنتور، کیفیت آب

(۴) شبکه جمع‌آوری فاضلاب، فشار در شبکه آبرسانی، کنتور آب و شرایط آب و هوایی

۸- سهم کدام مورد در متوسط مصرف سرانه بیشتر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۰)

(۱) تجاری و صنعتی (۲) اماکن عمومی (۳) نشت (۴) خانگی

۹- کدام مورد زیر بیشترین تأثیر را در متوسط مصرف سرانه آب دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۸)

(۱) جمعیت و وضعیت اقتصادی (۲) سیستم گرمایش و بزرگی شهر

(۳) قیمت آب و آداب و رسوم (۴) فشار آب و کنتور

۱۰- کدام یک از عوامل زیر در ضریب پیک روزانه بیشترین تأثیر را دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

(۱) فشار در شبکه آبرسانی (۲) قیمت آب

(۳) دسترسی به آب (۴) شرایط آب و هوایی

۱۱- ضریب پیک ساعتی در شبکه توزیع به کدام یک از موارد زیر کمترین بستگی را دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

(۱) جمعیت (۲) بافت اجتماعی (۳) شبکه متناوب (۴) شرایط آب و هوایی

۱۲- ضریب پیک ساعتی برای کدام حالت زیر کمترین مقدار می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

(۱) جمعیت بالا - تنوع بافت کاری (۲) جمعیت پایین - تنوع بافت کاری

(۳) جمعیت بالا - بافت کاری یکسان (۴) جمعیت پایین - بافت کاری یکسان

۱۳- متوسط مصرف سرانه آب و ضریب حداکثر ساعتی با افزایش جمعیت چگونه تغییر می‌کند؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۵)

(۱) اولی افزایش و دومی کاهش می‌یابد. (۲) اولی کاهش و دومی افزایش می‌یابد.

(۳) هر دو افزایش می‌یابد. (۴) هر دو کاهش می‌یابد.

۱۴- نیاز آبی روزانه با توجه به گذشته زمان در کدام مورد زیر صحیح است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

(۱) متوسط و حداکثر آن کاهش می‌یابد.

(۲) متوسط و حداکثر آن افزایش می‌یابد.

(۳) متوسط آن کاهش و حداکثر آن افزایش می‌یابد.

(۴) متوسط آن افزایش و حداکثر آن کاهش می‌یابد.

۱۵- متوسط سرانه آب، ضریب حداکثر روزانه و ضریب حداکثر ساعتی پس از گذشت یک

دهه با کدام مورد زیر تقریباً هماهنگ است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۶)

(۱) افزایش، افزایش، افزایش (۲) افزایش، ثابت، ثابت

(۳) افزایش، کاهش، کاهش (۴) ثابت، افزایش، ثابت

۱۶- اجتماعی با جمعیت ۲۰۰۰ نفر با حداکثر مصرف سرانه ۲۵۰ لیتر مفروض است. حداکثر

مصرف ساعتی آب این اجتماع چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

(۱) ۷/۵ (۲) ۹/۵ (۳) ۱۱/۵ (۴) ۱۴/۵

۱۷- حداکثر مصرف ساعتی آب در اجتماعی با جمعیت ۱۰۰۰ نفر و حداکثر روزانه سرانه

مصرف آب ۲۰۰ لیتر، تقریباً چند لیتر در ثانیه است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

(۱) ۳/۵ (۲) ۵/۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۹/۵

۱۸- سرانه میزان جریان و سرانه ذخیره آب آتش‌نشانی در شهرهای کوچک نسبت به

شهرهای بزرگ کدام مورد است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۰)

(۱) Q زیاد ۷ زیاد (۲) Q زیاد ۷ کم (۳) Q کم ۷ زیاد (۴) Q کم ۷ کم

۱۹- میزان جریان آب آتش‌نشانی چه نسبتی با میزان جریان متوسط در اجتماع دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۶)

(۱) در اجتماعات کوچک $Q_F > Q_{ave}$ (۲) در اجتماعات کوچک $Q_F < Q_{ave}$

(۳) در اجتماعات بزرگ $Q_F > Q_{ave}$ (۴) در اجتماعات بزرگ $Q_F \gg Q_{ave}$

۲۰- سرانه آب آتش‌نشانی و میزان جریان آب آتش‌نشانی در شهرهای کوچک نسبت به

شهرهای بزرگ در مقایسه با کل نیاز آبی چگونه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

(۱) سرانه کمتر و میزان جریان بیشتر است. (۲) سرانه و میزان جریان بیشتر است.

(۳) سرانه بیشتر و میزان جریان کمتر است. (۴) سرانه و میزان جریان کمتر است.

۲۱- میزان جریان آب آتش‌نشانی برای یک اجتماع ۳۰ هزار نفری، معمولاً چند لیتر در ثانیه در شبکه‌های توزیع آب منظور می‌شود؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

(۱) ۳۰ (۲) ۵۰ (۳) ۷۰ (۴) ۹۰

۲۲- میزان جریان آب آتش‌نشانی در یک شهر با جمعیت ۱۵ هزار نفر در حدود چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۱)

(۱) ۷۰ (۲) ۵۰ (۳) ۳۰ (۴) ۱۰

۲۳- حداکثر میزان جریان آب آتش‌نشانی برای شهری با جمعیت ۱۵۰۰۰ نفر در شهرهای ایران چند لیتر در ثانیه محاسبه می‌گردد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۹)

(۱) ۴۰ (۲) ۶۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۸۰

۲۴- فاصله دو شیر آتش‌نشانی از یکدیگر چند متر است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

(۱) ۳۰ (۲) ۶۰ (۳) ۹۰ (۴) ۱۲۰

۲۵- میزان جریان آب آتش‌نشانی برای یک اجتماع با جمعیت ۲۰۰۰۰ نفر، چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

(۱) ۲ (۲) ۲۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۲۰۰۰

۲۶- دبی برداشت آب از شیرهای آتش‌نشانی در شبکه توزیع آب در چه حدودی است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) بین ۶ تا ۱۲ مترمکعب در ساعت (۲) بین ۱۲ تا ۱۸ مترمکعب در ساعت
(۳) بین ۳۶ تا ۷۲ مترمکعب در ساعت (۴) بین ۷۲ تا ۱۰۸ مترمکعب در ساعت

۲۷- ضریب پیک روزانه و ساعتی به ترتیب به کدام عامل بستگی بیشتری دارد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

(۱) شرایط آب و هوایی - شرایط آب و هوایی (۲) جمعیت - جمعیت

(۳) شرایط آب و هوایی - جمعیت (۴) جمعیت - شرایط آب و هوایی

۲۸- میزان جریان و سرانه آب آتش‌نشانی در شهرهای بزرگ در مقایسه با شهرهای کوچک به کدام مورد زیر نزدیک‌تر است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

(۱) کمتر - زیادتر (۲) زیادتر - کمتر (۳) زیادتر - زیادتر (۴) کمتر - کمتر

۲۹- حداکثر مصرف روزانه و نیاز آبی آتش‌نشانی یک اجتماع ۲۱۶۰۰ نفری در منطقه‌ای با آب و هوای بسیار سرد کوهستانی، تقریباً چند لیتر در ثانیه است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

(۱) ۵۵ و ۲۰ (۲) ۵۵ و ۳۰ (۳) ۶۵ و ۲۰ (۴) ۶۵ و ۳۰

۳۰- میزان تلفات فیزیکی در شبکه توزیع آب به کدام فاکتورهای زیر بستگی دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط ۸۴)

۱) جنس لوله - فشار شبکه - جنس زمین - قطر لوله

۲) زون بندی فشاری - جنس زمین - کیفیت لوله گذاری - قطر لوله

۳) جنس لوله - فشار شبکه - کیفیت آب - جنس زمین

۴) جنس زمین - فشار شبکه - زون بندی فشاری - دبی لوله

۳۱- کاربرد معادل $Q = 700\sqrt{P}$ چیست؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۴)

۱) آب فضای سبز

۲) آب آتشفشانی

۳) جمعیت معادل طرح

۴) جریان متوسط مصرفی

۳۲- در کدام گزینه سهم مصرف آب در یک شهر در هر بخش به ترتیب افزایش می یابد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

۱) صنعتی عمومی تجاری - خانگی

۲) خانگی صنعتی تجاری عمومی

۳) صنعتی تجاری - خانگی عمومی

۴) عمومی تجاری صنعتی خانگی

۳۳- اجتماعی با جمعیت ۳۰۰۰ نفر و با متوسط مصرف سرانه ۳۰۰ لیتر در روز در جنوب

شرقی ایران مفروض است، جریان حداکثر مصرف روزانه چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

۱) ۱۳

۲) ۱۵

۳) ۱۷

۴) ۲۱

۳۴- اجتماعی با جمعیت ۲۰۰۰ نفر و با حداکثر مصرف روزانه ۳۰۰ لیتر مفروض است. جریان

حداکثر مصرف ساعتی آن چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

۱) ۹

۲) ۱۱

۳) ۱۴

۴) ۱۷

۳۵- میزان جریان آب آتش نشانی برای اجتماعی با جمعیت ۲۵ هزار نفر تقریباً چند لیتر در

ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

۱) ۱۰

۲) ۴۰

۳) ۷۰

۴) ۱۰۰

۳۶- کدام گزینه در ارتباط با متوسط مصرف سرانه بیشترین تأثیر را دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

۱) شرایط آب و هوایی - جمعیت - بزرگی شهر - وضعیت فرهنگی

۲) برنامه صرفه جویی - بافت اجتماعی - دسترسی به آب - نوع شبکه

- ۳) شرایط آب و هوایی - وضعیت اقتصادی - فشار آب - فراوانی آب
 ۴) سیستم‌های گرمایش - نرخ رشد - وضعیت فرهنگی - بزرگی شهر
 ۳۷- کدامیک از موارد زیر بیشترین تأثیر را در کاهش مصرف آب دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

- ۱) کیفیت آب ۲) قیمت آب ۳) آموزش مردم ۴) فشار آب
 ۳۸- اجتماعی با جمعیت ۸۶۴۰ نفر و متوسط مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر در روز در یک منطقه بسیار سردسیر دارای چه میزان حداکثر روزانه بر حسب لیتر در ثانیه می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

- ۱) ۲۰ ۲) ۲۱ ۳) ۲۳ ۴) ۲۵
 ۳۹- حداکثر میزان جریان روزانه اجتماعی با جمعیت ۲۰۰۰ نفر برابر با ۸ لیتر در ثانیه است. میزان جریان حداکثر ساعتی آن چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

- ۱) ۲۰ ۲) ۱۶ ۳) ۱۲ ۴) ۱۰
 ۴۰- میزان جریان آب آتش‌نشانی در مناطق با خطر آتش‌سوزی کم و فواصل شیرهای مربوطه چند لیتر در ثانیه و چند متر است؟

- ۱) ۱۰ و ۳۰۰ ۲) ۵ و ۲۰۰ ۳) ۷ و ۳۰۰ ۴) ۷ و ۲۰۰

- ۴۱- میزان جریان آب آتش‌نشانی برای یک اجتماع با جمعیت ۶۴۰۰۰ نفر حدود چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

- ۱) ۷۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۶۰
 ۴۲- در مطالعات مقدماتی پروژه‌های آبرسانی، کدام گزینه حائز اهمیت بیشتری است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

- ۱) نرخ رشد جمعیت - دوره طرح - عمق آب زیرزمینی - معادلات هیدرولیکی
 ۲) نرخ رشد جمعیت - دوره طرح - منابع آب - اقلیم آب و هوایی
 ۳) منابع آب - درجه حرارت - بافت زیر سطحی - نرخ تورم
 ۴) بافت زیر سطحی - کیفیت آب - بافت اجتماعی - اقلیم آب و هوایی

۴۳- کدام مورد زیر بیشترین تاثیر را در متوسط مصرف سرانه آب اجتماع دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

۱) فشار- فراوانی آب- فرهنگ عمومی- قیمت آب

۲) فشار- شرایط آب و هوایی- سیستم گرمایش آب- دسترس بودن آب

۳) شبکه جمع آوری فاضلاب- آداب و رسوم- نوع شبکه توزیع آب- قیمت آب

۴) آموزش مردم- فراوانی آب- قطر لوله- بزرگی شهر

۴۴- میزان جریان آب آتش نشانی برای یک اجتماع ۲۵ هزار نفری، تقریباً چند لیتر در ثانیه

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

منظور می شود؟

۱) ۳۵ (۲) ۲۰ (۳) ۱۵ (۴) ۱۰

۴۵- حجم آب ذخیره برای اطفاء حریق برای یک اجتماع کوچک با نیاز آب آتش نشانی ۲۰

لیتر در ثانیه، چند مترمکعب در نظر گرفته می شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

۱) ۱۶۰ (۲) ۲۶۰ (۳) ۳۶۰ (۴) ۴۶۰

۴۶- در مطالعات مقدماتی طرحهای آبرسانی، کدام مورد زیر از اهمیت بیشتری برخوردار

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

است؟

۱) جنس خاک- قیمت لوله- مصرف سرانه آب- نوع شبکه توزیع

۲) وضعیت اقتصادی- عمق کارگذاری لوله- جمعیت- جنس لوله

۳) مصرف سرانه- جنس خاک- وضعیت اقتصادی- نوع شبکه توزیع

۴) جمعیت- شرایط آب و هوایی- منبع آب خام- مصرف سرانه آب

۴۷- در یک اجتماع ۵۰۰۰۰ نفری، حجم آب آتش نشانی ذخیره تقریباً چند مترمکعب منظور

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

می شود؟

۱) ۷۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۱۰۰

۴۸- در مطالعات مقدماتی طرحهای انتقال آب کدام گزینه زیر اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

۱) منابع آب- قیمت آب- شرایط اقتصادی- فرهنگ مصرف آب

۲) شرایط آب و هوایی- مصرف آب آتش نشانی- جمعیت- فراوانی آب

۳) جمعیت- ضریب پیک ساعتی- متوسط سرانه آب- جنس زمین

۴) شرایط آب و هوایی- رشد جمعیت- مصرف سرانه آب- جنس زمین

۴۹- متوسط مصرف سرانه آب به کدام گزینه ارتباط بیشتری دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) قیمت آب- نوع منبع آب- نوع شبکه- بزرگی اجتماع
 - (۲) جمعیت- قیمت آب- شرایط آب و هوایی- ضریب پیک ساعتی
 - (۳) جمعیت- قیمت آب- نوع منبع- قطر لوله
 - (۴) شرایط آب و هوایی- فراوانی آب- سیستم تامین آب- فشار در شبکه
- ۵۰- در طراحی شبکه‌های توزیع آب کدام گزینه اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) پستی و بلندی منطقه- ضریب پیک ساعتی- جمعیت- مصرف سرانه آب
 - (۲) مصرف آب آتش‌نشانی- شکل منطقه- عمق آب زیر زمین- جنس زمین
 - (۳) ضریب پیک روزانه- منابع آب- شرایط اجتماعی- تعداد آتش‌سوزی همزمان
 - (۴) شیب منطقه- جمعیت- طول خط انتقال- درصد واحد مسکونی زیر زمین
- ۵۱- کدام یک از عوامل زیر بیشترین تاثیر را در متوسط مصرف سرانه روزانه آب دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) جمعیت
 - (۲) نوع شبکه
 - (۳) شرایط آب و هوایی
 - (۴) قیمت آب
- ۵۲- کدام یک از عوامل زیر بیشترین تاثیر را در ضریب پیک مصرف آب دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) شرایط آب و هوایی
 - (۲) جمعیت
 - (۳) فشار شبکه
 - (۴) کیفیت آب
- ۵۳- معمولاً نسبت جریان آب آتش‌نشانی به متوسط جریان در اجتماعات کوچک در مقایسه با اجتماعات بزرگ کدام گزینه زیر است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) کمتر
 - (۲) مساوی
 - (۳) بزرگتر
 - (۴) قابل مقایسه نمی‌باشد.
- ۵۴- مقدار ضریب پیک ساعتی از ابتدا تا انتها شبکه توزیع چه تغییری می‌نماید؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

- (۱) کم می‌شود.
- (۲) تغییر نمی‌کند.
- (۳) زیاد می‌شود.
- (۴) به قطر لوله بستگی دارد.

۵۵- طراحی خط انتقال آبرسانی بر اساس کدام گزینه زیر می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

(۱) حداکثر روزانه (۲) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی

(۳) متوسط روزانه + آب آتش‌نشانی (۴) حداکثر ساعتی

۵۶- معمولاً نیاز آب آتش‌نشانی به نیاز آبی روزانه در اجتماعات کوچک، متوسط و بزرگ به

کدام گزینه نزدیکتر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

(۱) زیاد- زیاد- زیاد (۲) کم- کم- کم

(۳) کم- متوسط- زیاد (۴) زیاد- متوسط- کم

۵۷- در اجتماعی با جمعیت ۸۱ هزار نفر، میزان جریان آب آتش‌نشانی معمولاً چند لیتر در

ثانیه منظور می‌شود؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

(۱) ۱۵۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۹۰ (۴) ۶۰

۵۸- تعداد آتش‌سوزی همزمان و زمان اطفاء حریق در اجتماعات کوچک نسبت به اجتماعات

بزرگ کدام گزینه زیر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

(۱) کم- کم (۲) زیاد- کم

(۳) زیاد- زیاد (۴) کم- زیاد

۵۹- در مطالعات مقدماتی طرح‌های آبرسانی، توجه به کدام موارد اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

(۱) رشد جمعیت- کیفیت آب- قطر لوله- ضریب پیک ساعتی

(۲) متوسط مصرف سرانه- قیمت آب- جنس لوله- شرایط آب و هوایی

(۳) جمعیت- منابع آب- شرایط آب و هوایی- مسیر خط انتقال

(۴) وضعیت فرهنگی- کمیت آب- نرخ رشد مصرف آب- عمق کارگذاری

۶۰- کدامیک از عوامل زیر در متوسط مصرف سرانه روزانه آب یک اجتماع تاثیر بیشتری

دارد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۷)

(۱) کیفیت آب (۲) قیمت آب

(۳) فشار آب (۴) وجود شبکه فاضلاب

۶۱- کدامیک از موارد زیر بیشترین تاثیر را در حداکثر مصرف ساعتی آب دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

- | | |
|----------------|-----------------------|
| (۱) کیفیت آب | (۲) قیمت آب |
| (۳) فراوانی آب | (۴) تنوع بافت اجتماعی |

۶۲- کدامیک از موارد زیر بیشترین تاثیر را در حداکثر مصرف روزانه دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

- | | |
|----------------------|------------------|
| (۱) شرایط آب و هوایی | (۲) بزرگی شهر |
| (۳) فشار آب | (۴) دسترسی به آب |

۶۳- میزان جریان آب آتش‌نشانی برای شهری با جمعیت ۳۶۰۰۰ نفر چند لیتر در ثانیه لحاظ می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| (۱) ۵۰ | (۲) ۱۰۰ | (۳) ۱۵۰ | (۴) ۲۵۰ |
|--------|---------|---------|---------|

۶۴- تعداد آتش‌سوزی و ذخیره آب آتش‌نشانی (مترمکعب) برای اجتماع ۲۰۰ هزار نفری

کدام گزینه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| (۱) ۲ و ۳۰۰ | (۲) ۲ و ۴۰۰ | (۳) ۳ و ۵۰۰ | (۴) ۳ و ۶۵۰ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|

۲-۱ پاسخنامه تشریحی

۲-۱) سیستم‌های آبرسانی شهری معمولاً متشکل از یک یا چند منبع تامین آب، تصفیه‌خانه و شبکه توزیع می‌باشند.

آب مورد نیاز شهری شامل بخش‌های زیر است:

- مصارف خانگی^۱
- مصارف صنعتی^۲
- مصارف تجاری^۳
- مصارف خدمات عمومی^۴
- آب به حساب نیامده (تلفات آب)^۵
- مصارف آتش‌نشانی^۶

اولین مرحله در طراحی هر سیستم توزیع آب، تعیین مقدار آب مورد نیاز در انتهای دوره طرح می‌باشد. این کار نیازمند برآورد جمعیت تحت پوشش، مصرف سرانه (مصرف به ازای هر نفر) و عوامل موثر بر نیاز آبی می‌باشد.

معمولاً آب مورد نیاز به صورت لیتر به ازای هر نفر در روز (lpcd) بیان می‌شود. میانگین مصرف کل روزانه آب در طول سال به ازای هر نفر از جمعیت، متوسط مصرف سرانه نامیده می‌شود. این مقدار نشان‌دهنده میانگین مقدار آب مورد نیاز روزانه هر نفر در طول یک سال می‌باشد.

– **مصارف خانگی:** این بخش از مصرف شامل آشامیدن، پخت و پز، شستشو، مصارف بهداشتی، وسایل تهویه، فضای سبز خانگی و غیره می‌شود. بنابراین بخشی از نیاز آبی است که در منازل مصرف می‌شود و حدود ۵۰٪ از کل مصرف شهری را شامل می‌شود. مصرف خانگی در مناطق مختلف بسیار متفاوت است و معمولاً بین ۲۰۰-۳۰۰ lpcd می‌باشد. در این بخش بیشترین مقدار آب در سرویس‌های بهداشتی (توالت و استحمام) با حدود ۶۰٪ مصرف می‌شود. در ایران در سال ۱۳۹۵ مقدار مصرف سرانه خانگی ۷۵-۱۵۰ لیتر به ازای هر نفر در روز برآورد می‌شود. میانگین روزانه مصارف خانگی در طول سال به ازای هر نفر، متوسط سرانه خانگی نامیده می‌شود.

1. Domestic Demand
2. Industrial Demand
3. Commerical Demand
4. Public Demand
5. Unaccounted water (water losses)
6. Fire Demand

- **مصارف تجاری:** شامل مصرف آب در موسسات تجاری از جمله هتل‌ها، مراکز خرید، سینماها، فرودگاه‌ها و ساختمانهای اداری است. نیاز آبی تجاری حدود ۲۰-۱۰ درصد کل نیاز آبی شهری است. بر اساس مساحت زیربنا، مقادیر معمول این بخش $\frac{L}{m^2.d}$ ۱۵-۱۰ می‌باشد.

میانگین روزانه مصارف فوق در طول یک سال به ازای هر نفر از جمعیت، متوسط مصرف سرانه تجاری نامیده می‌شود.

- **مصارف صنعتی:** شامل مصارف آب در کارگاهها و صنایعی می‌شود که آب مورد نیاز خود را از سیستم آب شهری تأمین می‌نمایند. مقادیر معمول نیاز آبی صنعتی ۲۵-۳۵ درصد کل نیاز آبی شهری می‌باشد. در ایران مجموع مصرف تجاری و صنعتی بین ۱۰ تا ۴۵ لیتر به ازای هر نفر در روز اعلام شده است.

میانگین روزانه مصرف آب صنعتی را در طول سال برای هر نفر از جمعیت متوسط مصرف سرانه صنعتی نامیده می‌شود.

- **مصارف عمومی:** آب مصرف شده در ساختمانهای عمومی (سالنهای شهر، زندان‌ها، مدارس و غیره) و نیز آب مصرفی در خدمات عمومی (شامل اطفاء حریق، شستشوی خیابانها و آبیاری فضای سبز عمومی) به عنوان مصرف عمومی آب در شهر در نظر گرفته می‌شود. این بخش از مصرف، ۱۰-۵ درصد کل نیاز آبی شهری را شامل می‌شود (در ایران ۲۰-۱۰ لیتر به ازای هر نفر در روز). در برخی منابع آب آتش‌نشانی و فضای سبز عمومی به صورت جداگانه در نظر گرفته می‌شود.

میانگین روزانه مصرف عمومی آب در طول یک سال به ازای هر نفر از جمعیت متوسط مصرف سرانه عمومی نامیده می‌شود. این مقدار برای ایران در سال ۱۳۵۹، معادل حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۰ لیتر به ازای هر نفر در روز برآورد می‌شود.

- **آب به حساب نیامده (تلفات آب):** در هر سیستم آبرسانی مقدار مشخصی از آب به دلیل نشت از وسایل اندازه‌گیری و پمپ‌ها، نشت از شبکه توزیع، خطای اندازه‌گیری و انشعابات غیرقانونی تلف شده یا به حساب نمی‌آید. در سیستم‌های آبرسانی شهری این مقدار ممکن بین ۱۸-۸ درصد کل نیاز آبی باشد. در ایران این مقدار بین ۳۰-۲۰ درصد متغیر است. این بخش شامل تلفات آب در خط انتقال و تصفیه‌خانه نمی‌شود. میانگین روزانه تلفات آب در طول سال به ازای هر نفر از جمعیت متوسط تلفات سرانه آب نامیده می‌شود.

اجزا نیاز آبی شهری به تفکیک بر حسب درصد عبارتند از:

- ۱- خانگی ۵۰-۳۰٪ (معمول ۴۰٪)
- ۲- صنعتی ۳۵-۲۵٪ (معمول ۲۷٪)
- ۳- تلفات ۱۸-۸٪ (معمول ۱۲٪)
- ۴- تجاری ۲۰-۱۰٪

همانگونه که قبلاً بیان شده مجموعاً مصارف فوق به عنوان مصرف کل آب در نظر گرفته می‌شود. بنابراین:

تلفات آب + مصرف عمومی + مصرف صنعتی + مصرف تجاری + مصرف خانگی = مصرف کل شهری
میانگین روزانه مصرف کل در طول یک سال به ازای هر نفر از جمعیت شهر، متوسط مصرف سرانه نامیده می‌شود.

عوامل مؤثر بر متوسط مصرف آب

۱- شرایط آب و هوایی (تأثیر زیادی دارد)

۲- فشار شبکه

۳- قابلیت دسترسی به آب

۴- کیفیت آب

۵- وضعیت اقتصادی

۶- قیمت آب

۷- امکانات رفاهی

۸- وضعیت منازل و مجتمع‌های مسکونی

۹- اندازه شهر

۱۰- وضعیت صرفه‌جویی

۱۱- سیستم اندازه‌گیری جریان

۱۲- سیستم گرمایشی

۱۳- آداب و رسوم

۱۴- فرهنگ

۱۵- وجود یا عدم وجود شبکه جمع‌آوری

مهمترین این عوامل عبارتند از: شرایط آب و هوایی، اندازه شهر، خصوصیات جمعیت، سیستم اندازه‌گیری، قیمت آب، فشار آب، دسترسی به آب، نحوه دفع فاضلاب

روش تعیین مصرف سرانه آب

قبل از ارائه مراحل محاسبه مصرف سرانه آب، تعریف چند اصطلاح لازم است:

حداکثر مصرف سرانه روزانه: عبارت است از مصرف کل به ازاء هر نفر از جمعیت در روزهایی از سال که به علت شرایط آب و هوایی و غیره، مقدار آن به حداکثر می‌رسد.

حداقل مصرف سرانه روزانه: عبارت است از مصرف کل به ازاء هر نفر از جمعیت در روزهایی از سال که به علت شرایط آب و هوایی و غیره، مقدار آن به حداقل می‌رسد.

حداکثر مصرف سرانه ساعتی: عبارت است از میزان مصرف کل به ازای هر نفر از جمعیت شهر در ساعتی از یک روز که مصرف آن به مقدار آن به حداکثر می‌رسد.

حداقل مصرف سرانه ساعتی: عبارت است از میزان مصرف کل به ازای هر نفر از جمعیت شهر در ساعتی از یک روز که مصرف آن به مقدار آن به حداقل می‌رسد.

ضریب پیک روزانه (C_۱): عبارت است از حاصل تقسیم حداکثر مصرف روزانه در سال به متوسط مصرف روزانه. این ضریب تابع شرایط آب و هوایی است و برحسب شرایط آب و هوایی مقادیر آن به صورت زیر است:

- آب هوای سرد ۱/۲-۱/۴

- آب هوای معتدل ۱/۴-۱/۶

- آب هوای گرم ۱/۶-۱/۸

ضریب پیک روزانه $\times$ متوسط مصرف روزانه = حداکثر مصرف روزانه آب

ضریب پیک ساعتی (C_۲): عبارت است از حاصل تقسیم حداکثر مصرف ساعتی به متوسط مصرف ساعتی آن در روز حداکثر مصرف در سال.

$$\text{حداکثر مصرف روزانه} = \frac{\text{متوسط مصرف ساعتی}}{۲۴}$$

$$\text{ضریب پیک ساعتی} \times \frac{\text{حداکثر مصرف روزانه}}{۲۴} = \text{حداکثر مصرف ساعتی}$$

ضریب پیک ساعتی تابع جمعیت و تنوع آن است. هر چه جمعیت بیشتر و تنوع آن نیز بیشتر باشد، ضریب پیک ساعتی کمتر و در نتیجه حداکثر مصرف ساعتی کمتر می‌شود.

ضریب حداکثر ساعتی بر حسب جمعیت در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱-۱: ضریب پیک ساعتی بر اساس جمعیت

جمعیت (نفر)	ضریب C _۲
کمتر از ۵ هزار	۲-۲/۵
بین ۵ تا ۲۰ هزار	۱/۵-۲
بین ۲۰ تا ۱۰۰ هزار	۱/۴-۱/۸
بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ هزار	۱/۳-۱/۶
بیش از ۵۰۰ هزار	۱/۲-۱/۴

پس از تعیین متوسط مصرف سرانه خانگی، عمومی، فضای سبز و تجاری و صنعتی و نیز تلفات آب، مصرف کل سرانه آب از مجموع این مقادیر به دست می‌آید. سپس بر اساس جمعیت و ضرایب پیک، حداکثر مصرف روزانه و ساعتی محاسبه می‌گردد.

— آب موردنیاز آتش‌نشانی: آب موردنیاز برای خاموش کردن آتش باید در طراحی شبکه‌های توزیع آب در نظر گرفته شود. اگرچه حجم سرانه آب موردنیاز برای آتش‌نشانی کم است، اما مصرف طی دوره موردنیاز (خاموش کردن آتش) به طور ناگهانی بالا می‌رود. بنابراین آب موردنیاز آتش‌نشانی در طراحی خط انتقال در نظر گرفته نشده اما در طراحی شبکه توزیع بایستی در نظر گرفته شود. میزان آب موردنیاز آتش‌نشانی تابع جمعیت تحت پوشش شبکه توزیع آب می‌باشد. در گذشته NBFU^۱ رابطه زیر را برای تعیین میزان جریان موردنیاز آب آتش‌نشانی ارائه کرد.

$$Q_F = 3/86 \sqrt{p} (1 - 0.01 \sqrt{p})$$

p = جمعیت بر حسب ۱۰۰۰ نفر

$$Q_F = \text{میزان جریان آب آتش‌نشانی}, \frac{m^3}{min}$$

در حال حاضر میزان جریان آب آتش‌نشانی موردنیاز هر اجتماع با استفاده از رابطه ISO^۲ محاسبه می‌شود.

$$Q_F = 22 \cdot c \sqrt{A}$$

$$Q_F: \text{میزان جریان}, \frac{m^3}{d}$$

A: کل مساحت زیربنا، m^2

c: ضریب مربوط به نوع بنا

مقادیر c برای انواع مختلف بناها به صورت زیر است:

بناهای با اسکلت چوبی، ۱/۵

بناهای معمولی، ۱

بناهای غیرقابل اشتعال، ۰/۸

بناهای مقاوم به آتش‌سوزی، ۰/۶

میزان جریان به دست آمده از رابطه NBFU بایستی برای شرایط خاص به صورت زیر اصلاح شود.

الف) کاهش ۲۵ درصد برای مناطق با خطر آتش‌سوزی کم (بیمارستانها، مدارس، ادارات، موزه‌ها و سایر سالنهای عمومی).

1. National Board of Fire Underwriters

2. Insurance Service Office

ب) افزایش تا ۲۵ درصد برای مناطق با خطر آتش‌سوزی بالا (مؤسسات تجاری و بازار)

ج) کاهش تا ۵۰ درصد در مناطق مجهز به تجهیزات خودکار اطفاء حریق

بعد از تصحیح، میزان جریان نباید از $\frac{m^3}{min} \frac{1}{9}$ کمتر و از $\frac{m^3}{min} \frac{54}{4}$ بیشتر باشد.

یکی از روابط دیگر محاسبه میزان جریان آب مورد نیاز آتش‌نشانی به صورت زیر است:

$$Q_F = 45\sqrt{P}$$

$$Q_F: \text{میزان جریان, } \frac{L}{s}$$

P جمعیت برحسب هزار نفر

در طراحی معمولاً مقادیر بین ۲۵-۰٪ میزان جریان به دست آمده از رابطه فوق در نظر گرفته می‌شود. هر چه شهر بزرگتر باشد درصد لحاظ شده بیشتر است.

نکته: در شهرها و اجتماعات کوچک میزان جریان آب آتش‌نشانی بیشتر از کل مصرف آب می‌باشد ولی در شهرهای بزرگ آب مورد نیاز آتش‌نشانی معمولاً کمتر از میزان آب مصرفی است.

- فاصله شیرهای آتش‌نشانی

- معمولاً از شیرهای ایستاده استفاده می‌شود و در مناطق با خطر آتش‌سوزی زیاد (مناطق حساس، تجاری و صنعتی بازار) فاصله شیرها بایستی به گونه‌ای باشد که هر کدام بتواند شعاع ۵۰ متری خود را تحت پوشش قرار دهد، یعنی فاصله دو شیر ۱۰۰ متر است.
- در مناطق با خطر آتش‌سوزی متوسط (مناطق مسکونی و تجاری با تراکم کم)، هر شیر باید بتواند شعاع ۱۰۰ متری خود را پوشش دهد. یعنی فاصله دو شیر از یکدیگر حداکثر ۲۰۰ متر است.

- در مناطق با خطر آتش‌سوزی کم (مناطق مسکونی با تراکم کم)، هر شیر باید بتواند شعاع ۱۵۰ متری خود را پوشش دهد. یعنی فاصله دو شیر از یکدیگر حداکثر ۳۰۰ متر است.

نکته: در سر چهارراه‌ها و مجاورت مراکز عمومی مثل بیمارستانها، سینماها و ... نیز باید شیرهای آتش‌نشانی نصب شوند.

- دبی قابل برداشت از هر شیر آتش‌نشانی

طراحی شبکه توزیع بایستی به گونه‌ای باشد که برای مصارف آتش‌نشانی بتوان از هر شیر به میزان $\frac{L}{s} 10$ برای مناطق با خطر آتش‌سوزی کم و $\frac{L}{s} 20$ برای مناطق با خطر آتش‌سوزی زیاد آب برداشت نمود.

برای محاسبه میزان جریان آب آتش‌نشانی از شبکه توزیع، بایستی تعداد آتش‌سوزیهای هم زمان و زمان متوسط هر آتش‌سوزی مشخص گردد.

جدول ۱-۲: تعداد آتش‌سوزی‌های هم‌زمان و متوسط زمان هر آتش‌سوزی بر اساس جمعیت تحت پوشش

جمعیت هر شهر (منطقه‌ای از شهر) (نفر)	تعداد آتش‌سوزی هم‌زمان (عدد)	زمان متوسط هر آتش‌سوزی (ساعت)
کمتر از ۱۰۰۰۰	۱	۵
۱۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	۲	۴
۱۰۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰	۳	۳

نکته: کمترین قطر لوله قابل استفاده در شبکه توزیع ۶۰ mm است. لوله‌هایی که قبل از شیر آتش‌نشانی قرار دارند نباید قطر آنها از ۱۰۰ mm کمتر باشد. مهمترین دلیل در نظر گرفتن این حداقل قطر جلوگیری از افت فشار بیش از حد می‌باشد.

(۱-۲) (۴-۳) (۳-۴)

(۲-۵) (۲-۶) (۴-۷)

(۴-۸) همان طور که بیان شد سهم مصرف خانگی حدود ۵۰ درصد کل مصرف شهری می‌باشد.

(۴-۹)

(۴-۱۰) چند نکته:

- ضریب پیک روزانه متأثر از شرایط آب و هوایی و ضریب پیک ساعتی تابع جمعیت و نوع شبکه توزیع می‌باشد به طوری که با افزایش جمعیت ضریب پیک ساعتی کاهش می‌یابد (نسبت عکس دارد).
- در شهرهایی که به جمعیت اشباع رسیده و نقشه آنها کامل شده است، سرانه و حداکثر مصرف تقریباً ثابت است، اما در شهرهایی که هنوز جمعیت اشباع نرسیده‌اند، متوسط سرانه نیاز آبی و در نتیجه حداکثر سالیانه آن افزایش خواهد داشت (حدود ۲-۵٪ در هر سال).
- در طرحهای آبرسانی، ظرفیت خط انتقال و تصفیه‌خانه آب بر اساس حداکثر مصرف روزانه در انتهای دوره طرح و ظرفیت شبکه توزیع بر اساس حداکثر مصرف ساعتی یا حداکثر مصرف روزانه به اضافه آب موردنیاز آتش‌نشانی در انتهای دوره طرح انتخاب می‌شود.
- نوسانات مصرف آب در هر اجتماع شامل انواع زیر است:

- نوسانات سالانه: در اثر عوامل طبیعی مثل گرما، خشکسالی، سرما، رطوبت و ...
- نوسانات فصلی: مثلاً در فصل تابستان مصرف ۲ تا ۳ برابر زمستان است.
- نوسانات هفتگی: مثلاً در روزهای تعطیل مصرف کمتر است.

• نوسانات روزانه: بیشترین مصرف روزانه در ماههای تابستان است.

• مصرف ساعتی: بستگی به نوع و بافت جمعیت دارد.

(۴-۱۱)

(۱-۱۲) هر چه جمعیت بیشتر و تنوع آن بالاتر باشد، مصرف آب در ساعت خاص کمتر و در نتیجه حداکثر مصرف ساعتی کاهش می‌یابد.

(۱-۱۳) هر چه جمعیت بیشتر باشد، متوسط مصرف سرانه افزایش و ضریب حداکثر ساعتی کاهش می‌یابد.

(۲-۱۴) همان طور که قبلاً بیان شد، متوسط نیاز آبی به طور سالانه افزایشی معادل ۵-۲٪ دارد. با توجه به اینکه:

ضریب پیک $\times$ متوسط نیاز آبی = حداکثر نیاز آبی روزانه

لذا حداکثر آب موردنیاز نیز افزایش می‌یابد.

(۱۵-*) با افزایش زمان متوسط سرانه افزایش می‌یابد. ضریب حداکثر روزانه تابع شرایط آب و هوایی است و با افزایش زمان تقریباً ثابت است. ضریب حداکثر ساعتی تابع جمعیت است. چون با افزایش زمان جمعیت نیز افزایش می‌یابد، لذا ضریب پیک ساعتی کاهش می‌یابد.

چنانچه تغییر جمعیت نسبت به زمان وجود نداشته باشد (شهر به جمعیت اشباع رسیده باشد)، ضریب پیک ساعتی ثابت می‌ماند. لذا در این صورت گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

$$(۳-۱۶) \quad ۲۰۰۰ \times ۲۵ \cdot \frac{L}{d} = ۵۰۰۰ \cdot \frac{L}{d} = ۵۰۰ \cdot \frac{m^2}{d} = ۵/۸ \cdot \frac{L}{s}$$

چون جمعیت کمتر از ۵۰۰۰ نفر می‌باشد ضریب پیک ساعتی بین ۲-۲/۵ می‌باشد. لذا با در نظر گرفتن ضریب پیک ۲/۳، حداکثر مصرف ساعتی این اجتماع برابر است با:

$$\frac{L}{s} \times ۲/۳ = ۱۳/۳ \cdot \frac{L}{s} = ۵/۸ \cdot \frac{L}{s}$$

(۲-۱۷) چون جمعیت کمتر از ۵۰۰۰ نفر است ضریب پیک ساعتی بین ۲-۲/۵ قرار دارد، لذا ضریب پیک ساعتی را ۲/۴ در نظر می‌گیریم:

$$۱۰۰۰ \times ۲۰ \cdot \frac{L}{d} = ۲۰۰۰ \cdot \frac{L}{d} = ۲/۳ \cdot \frac{L}{s}$$

$$\frac{L}{s} \times ۲/۳ = ۵/۵ \cdot \frac{L}{s}$$

(۱-۱۸) هر چه جمعیت بیشتر باشد، سرانه حجم آب آتش‌نشانی موردنیاز و سرانه میزان جریان آب آتش‌نشانی در مقایسه با میزان کل مصرف کاهش می‌یابد.

(۱-۱۹)

۲-۲۰) در شهرهای کوچک سرانه و میزان جریان آب آتش‌نشانی نسبت به کل نیاز آبی بیشتر از شهرهای بزرگ می‌باشد.

۲-۲۱) همان طور که در سوال ۱ توضیح داده شده، روشهای مختلفی برای محاسبه میزان جریان آب آتش‌نشانی وجود دارد. اغلب تست‌های مربوط به این مبحث از رابطه $Q_F = 45\sqrt{Q}$ قابل حل می‌باشد.

Q_F : میزان جریان آتش‌نشانی

$Q_F = 45\sqrt{P} \Rightarrow Q_F = 45\sqrt{30}$

$Q_F = 246/5 \frac{L}{s}$ جمعیت بر حسب ۱۰۰۰ نفر

چون جمعیت کم است حدود ۲۰ درصد این مقدار را به عنوان آب آتش‌نشانی در نظر می‌گیریم. در نتیجه داریم:

$Q_F = 0/2 \times 246/5 = 49/3 \frac{L}{s}$

۲-۲۲) با فرض ۱۵ درصد این مقدار به عنوان آب آتش‌نشانی داریم:

$$Q_F = 45\sqrt{15} \approx 174 \frac{L}{s}$$

$$Q_F = 0/15 \times 174 = 26/1 \frac{L}{s}$$

۱-۲۳) حل سوال ۲۲ را ببینید. نزدیکترین گزینه به جواب، گزینه ۱ می‌باشد.

۴-۲۴) فاصله شیرهای آتش‌نشانی بسته به نوع منطقه از لحاظ خطر آتش‌سوزی به صورت زیر است:

- مناطق با خطر آتش‌سوزی بالا (مناطق تجاری متراکم، مناطق حساس و فروشگاهها و انبارهای مواد آتش‌گیر): حداکثر فاصله ۱۰۰ متر

- مناطق با خطر آتش‌سوزی متوسط (مناطق مسکونی با تراکم کم): حداکثر فاصله ۲۰۰ متر

- مناطق با خطر آتش‌سوزی کم (مناطق مسکونی پراکنده): حداکثر فاصله ۳۰۰ متر

- در سر چهارراه‌ها و محل تجمع عمومی مثل هتل‌ها، سینماها، مدارس و ... نیز بایستی شیر نصب شود.

در این سوال نوع منطقه از نظر خطر آتش‌سوزی مشخص نشده است.

$$Q_F = 45\sqrt{20} = 201 \frac{L}{s} \quad (2-25)$$

میزان آب آتش‌نشانی را ۲۰٪ این مقدار در نظر می‌گیریم:

$Q_F = 201 \frac{L}{s} \times 0/2 \approx 40 \frac{L}{s}$

نزدیکترین گزینه به جواب، گزینه ۲ می‌باشد.

(۲-۲۶) میزان دبی قابل برداشت از هر شیر آتش‌نشانی بسته به نوع منطقه تحت پوشش شیر بین $\frac{L}{s}$ ۱۰-۲۰ می‌باشد.

(۳-۲۷) پاسخ سؤال ۱ را مطالعه نمایید.

(۲-۲۸) در شهرهای بزرگ به علت بیشتر بودن جمعیت و احتمال وقوع تعداد بیشتر آتش‌سوزی همزمان، میزان جریان آب آتش‌نشانی بیشتر از شهرهای کوچک است. ولی به دلیل بالاتر بودن تعداد جمعیت در شهرهای بزرگ، سرانه آب آتش‌نشانی کمتر از شهرهای کوچک است.

(۴-۲۹) با فرض متوسط مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر در روز و ضریب پیک روزانه $1/3$ ، حداکثر مصرف روزانه برابر است با:

$$Q_{\max.d} = \frac{200 \cdot (L/d) \times 21600 \times 1/3}{86400 \cdot (s/d)} = 65 \frac{L}{s}$$

میزان جریان آب آتش‌نشانی:

$$Q_f = 0.15(45\sqrt{P})$$

$$= 0.15 \times (45 \times \sqrt{21/6}) = 31/4 \frac{L}{s}$$

(۲-۳۱)

(۳-۳۰)

(۴-۳۲) برای توضیحات به پاسخ سؤال ۱ مراجعه نمایید.

(۳-۳۳) با در نظر گرفتن ضریب پیک روزانه $1/8$ برای جنوب شرق ایران که آب و هوای گرم و خشک دارد، حداکثر مصرف روزانه آب برابر خواهد بود با:

$$\text{حداکثر مصرف روزانه} = \frac{3000 \times 300 \cdot \frac{1}{d} \times 1/8}{86400} = 18/75 \frac{L}{s}$$

نزدیک‌ترین گزینه به این عدد، شماره ۳ است.

(۴-۳۴) با در نظر گرفتن ضریب پیک ساعتی $2/3$ برای جمعیت ۲۰۰۰ نفر داریم:

$$\text{حداکثر مصرف ساعتی} = \frac{2000 \times 300 \cdot \frac{1}{d} \times 2/3}{86400} \approx 16 \frac{L}{s}$$

(۲-۳۵)

$$Q_F = 45\sqrt{25} = 225 \frac{L}{s}$$

با فرض ۲۵٪ این مقدار به عنوان آب آشامیدنی داریم:

$$Q_F = 225 \frac{L}{s} \times 0.25 = 56 \frac{L}{s}$$

(۳-۳۷)

(۳-۳۶)

۳۸-*) با فرض ضریب پیک روزانه $1/2$ بر این منطقه با توجه به شرایط آب و هوایی آن، حداکثر مصرف روزانه آب برابر خواهد بود با:

$$\text{حداکثر مصرف روزانه} = \frac{8640 \times 200 \times \frac{1}{4} \times 1/2}{8640} = 24 \text{ L/s}$$

۳۹-*) با در نظر گرفتن ضریب پیک ساعتی $2/3$ برای این اجتماع، داریم:

$$\text{حداکثر مصرف ساعتی} = 8 \text{ L/s} \times 2/3 = 18 \text{ L/s}$$

۴۰-۱) پاسخ سؤال ۱ را ببینید.

۴۱-۱)

$$Q_F = 45 \sqrt{64} = 360 \text{ L/s}$$

با فرض 20% این جریان، داریم:

$$Q_F = 360 \text{ L/s} \times 0.2 = 72 \text{ L/s}$$

۴۲-۲)

۴۳-۲) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

۴۴-۱)

جمعیت بر حسب 1000 نفر $\rightarrow Q = 45 \sqrt{p}$ بر حسب Lit/s

$$Q = 45 \sqrt{25} = 225 \text{ lit/s}$$

بین $15-20$ درصد Q بدست آمده را به عنوان نیاز آب آتش‌نشانی در نظر می‌گیریم.

$$Q = 0.16 \times 225 \approx 36 \text{ lit/s}$$

۴۵-۳)

$$Q = 20 \text{ lit/s} = 0.2 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s/d} = 17280 \text{ m}^3/\text{d}$$

در اجتماعات کوچک دو درصد از جریان آب مورد نیاز را به عنوان حجم آب ذخیره برای اطفاء حریق در نظر می‌گیرند.

$$Q_F = 17280 \times 0.02 \approx 360$$

۴۶-۴) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

۴۷-۲) در اجتماعات بیشتر از 10000 نفر معمولاً حجم آب آتش‌نشانی ذخیره را 500 m^3 در نظر می‌گیرند.

۴۸-۴) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

۴-۴۹) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

(۳-۵۱)

(۱-۵۰)

۴-۵۲) هر چه جمعیت بیشتر باشد ضریب پیک کمتر خواهد شد و بر عکس.

۴-۵۳) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

(۱-۵۵)

(۳-۵۲)

(۴-۵۶)

(۴-۵۷)

$$Q = 45 \sqrt{P}$$

$$Q = 45 \sqrt{81} = 40.5 \text{ lit/s}$$

$$Q = 40.5 \times 0.15 = 6.075 \text{ lit/s}$$

(۳-۵۹)

(۴-۵۸)

(۴-۶۱)

(۳-۶۰)

۴-۶۲) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

(۱-۶۳)

$$Q = 45 \sqrt{P}$$

چون جمعیت کم است ۲۰ درصد این مقدار را به عنوان آب آتش‌نشانی در نظر می‌گیریم.

$$Q = 45 \sqrt{36} = 27.0 \text{ lit/s}$$

$$Q = 27.0 \times 0.2 = 5.4 \text{ lit/s}$$

۴-۶۳) اگر جمعیت بین ۳۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰ نفر باشد تعداد آتش‌سوزی همزمان را ۳ در نظر

می‌گیریم.

۲-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- خط انتقال آب بر اساس کدام مورد زیر طراحی می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

- (۱) متوسط روزانه
(۲) حداکثر روزانه
(۳) حداکثر ساعتی
(۴) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی

۲- خط لوله انتقال آب با توجه به کدام مورد زیر طراحی می‌گردد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

- (۱) حداکثر روزانه
(۲) حداکثر ساعتی
(۳) متوسط روزانه
(۴) متوسط روزانه + آب آتش‌نشانی

۳- میزان جریان در شبکه‌های توزیع آب بر اساس کدام مورد زیر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۰)

- (۱) $Q_{\text{maxh}} + Q_{\text{Ave}} + Q_F$
(۲) Q_{maxh} یا $Q_{\text{Ave.d}}$
(۳) $Q_{\text{maxh}} + Q_F$ یا $Q_{\text{Ave.d}}$
(۴) Q_{maxh} یا $Q_{\text{maxh}} + Q_F$

۴- خط انتقال و شبکه توزیع آب به ترتیب بر اساس کدام مورد زیر طراحی می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

- (۱) حداکثر روزانه - حداکثر روزانه
(۲) حداکثر ساعتی - حداکثر ساعتی
(۳) حداکثر روزانه - حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی
(۴) حداکثر روزانه - حداکثر ساعتی + آب آتش‌نشانی

۵- شبکه‌های توزیع آب شهری بر اساس کدام مورد زیر طراحی می‌شوند؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۷)

- (۱) متوسط روزانه
(۲) حداکثر روزانه
(۳) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی
(۴) حداکثر ساعتی + آب آتش‌نشانی

۶- شبکه توزیع آب بر اساس کدام مورد زیر طراحی می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

- (۱) متوسط روزانه
(۲) حداکثر روزانه
(۳) حداکثر ساعتی + آب آتش‌نشانی
(۴) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی

۷- طراحی تصفیه‌خانه آب بر اساس کدام مصرف زیر می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۷)

(۱) متوسط روزانه

(۲) حداکثر روزانه

(۳) حداکثر ساعتی

(۴) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی

۸- میزان جریان آب در خط انتقال و خط لوله اصلی شبکه توزیع یک اجتماع ۵ هزار نفری با متوسط سرانه آب ۲۰۰ لیتر در روز در یک منطقه سرد کوهستانی، چند لیتر در ثانیه است؟

(۱) ۲۲ و ۳۲ (۲) ۱۲ و ۲۲ (۳) ۲۶ و ۳۶ (۴) ۱۶ و ۲۶

۹- میزان جریان طراحی خط انتقال آبرسانی برای اجتماعی در منطقه سرد کوهستانی با جمعیت ۲۹ هزار نفر و متوسط مصرف سرانه روزانه ۳۰۰ لیتر در روز، چند لیتر در ثانیه است؟

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۱۳۰ (۴) ۱۶۰

۱۰- میزان جریان آب در خط انتقال برای جمعیت ۱۵۰۰ نفری با سرانه ۲۰۰ لیتر در روز در مناطق جنوب شرقی کشور چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۹)

(۱) ۲/۲۵ (۲) ۳/۲۵ (۳) ۴/۲۵ (۴) ۶/۲۵

۱۱- در اجتماعی با جمعیت ۸۶۴۰ نفر و با متوسط مصرف سرانه آب ۱۰۰ لیتر در شبانه‌روز واقع در جنوب شرقی ایران، معمولاً حداکثر جریان روزانه چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۷)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۴ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

۱۲- اجتماعی با جمعیت ۱۰۰۰۰ نفر در منطقه آب و هوایی بسیار سرد با متوسط سرانه آب ۱۵۰ لیتر مفروض است. میزان جریان در خط انتقال چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

(۱) ۱۸ (۲) ۲۰ (۳) ۲۲ (۴) ۲۵

۱۳- در یک اجتماع یک هزار نفری در یک منطقه آب و هوایی کوهستانی، برای میزان جریان طراحی آبرسانی و جمع‌آوری فاضلاب کدام مورد زیر صحیح است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۸)

(۱) میزان جریان فاضلاب بیشتر از میزان جریان آب

(۲) میزان جریان فاضلاب برابر با میزان جریان آب

(۳) میزان جریان فاضلاب کمتر از میزان جریان آب

(۴) میزان جریان فاضلاب خیلی کمتر از میزان جریان آب

۱۴- حداکثر مصرف روزانه در شهرکی با ۶۰۰۰ نفر و متوسط مصرف روزانه ۱۵۰ لیتر در جنوب ایران، تقریباً چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

(۱) ۱۳/۵ (۲) ۱۵/۵ (۳) ۱۷/۵ (۴) ۱۹/۵

۱۵- شهرکی با جمعیت ۵۰۰۰ نفر و متوسط مصرف سرانه ۳۰۰ لیتر در روز در یک منطقه خشک بیابانی گرم مفروض است. میزان جریان حداکثر ساعتی در خط لوله اصلی شبکه توزیع چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۸)

(۱) ۴۲ (۲) ۵۲ (۳) ۶۲ (۴) ۷۲

۱۶- حداکثر جریان روزانه آب در خط انتقال اجتماعی با جمعیت ۲۰۰۰ نفر و متوسط روزانه سرانه مصرف آب ۲۰۰ لیتر در جنوب کشور تقریباً چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

(۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۰

۱۷- میزان جریان حداکثر روزانه برای یک اجتماع ۱۰۰۰۰ نفری با متوسط سرانه ۲۰۰ لیتر در روز در ماکو تقریباً چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

(۱) ۲۳ (۲) ۲۶ (۳) ۳۰ (۴) ۳۵

۱۸- در یک خط لوله با قطر ثابت در اثر افزایش میزان دبی جریان افت فشار و فشار می‌یابد.

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) کاهش - افزایش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) افزایش - کاهش

۱۹- میزان جریان طراحی خط انتقال و شبکه توزیع آب برای یک اجتماع پنج هزار نفری در یک منطقه بسیار سرد با متوسط سرانه ۲۰۰ لیتر در روز چند متر مکعب در روز می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) ۱۲۰۰ و ۲۰۰۰ (۲) ۱۰۰۰ و ۲۵۰۰ (۳) ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ (۴) ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰

۲۰- مناسبترین قطر لوله بر حسب میلی‌متر برای پمپاژ آب از مخزنی به مخزن بالاتر با دبی ۱۸۰ متر مکعب در ساعت کدام یک از اقطار زیر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) ۲۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۵۰ (۴) ۱۵۰

۲۱- کدام یک از جملات زیر در رابطه با ضریب زبری (C) و زبری مطلق (ε) با افزایش عمر لوله صحیح است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) کاهش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - کاهش (۴) افزایش - افزایش

۲۲- طراحی خطوط انتقال و شبکه توزیع آب به ترتیب براساس کدام مصارف زیر انجام می‌گیرد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

- (۱) حداکثر روزانه - حداکثر ساعتی (۲) حداکثر ساعتی - حداکثر روزانه

- (۳) متوسط روزانه - حداکثر ساعتی (۴) حداکثر روزانه - حداکثر روزانه

۲۳- حداکثر نیاز آب روزانه برای اجتماعی با جمعیت ۴۳۲۰۰ نفر در منطقه‌ای با آب و هوای معتدل مدیترانه‌ای و مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر در روز به ازای هر نفر، چند لیتر در ثانیه

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۱۵۰

۲۴- خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع آب براساس کدام گزینه زیر طراحی می‌شوند؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

- (۱) حداکثر روزانه - حداکثر ساعتی

- (۲) حداکثر ساعتی - حداکثر ساعتی

- (۳) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی - حداکثر روزانه

- (۴) حداکثر روزانه - متوسط روزانه + آب آتش‌نشانی

۲۵- حداکثر نیاز آبی روزانه برای اجتماعی با جمعیت ۱۰۰۰۰ نفر و متوسط مصرف سرانه آب ۱۷۰ لیتر در روز واقع در جنوب ایران چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

۳۶ (۱) ۳۲ (۲) ۲۸ (۳) ۲۴ (۴)

۲۶- حداکثر نیاز آب روزانه برای یک اجتماع ۲۵۰۰ نفری در یک منطقه با آب و هوای سردسیری برابر با ۷ لیتر در ثانیه می‌باشد. میزان آب مورد نیاز ساعتی آن چند لیتر

ثانیه می‌باشد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

۲۱ (۱) ۱۷ (۲) ۱۳ (۳) ۹ (۴)

۲۷- طراحی خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع آب براساس کدام مورد انجام می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

(۱) حداکثر نیاز آبی روزانه- متوسط روزانه + آب آتش‌نشانی

(۲) متوسط نیاز روزانه- حداکثر روزانه

(۳) حداکثر نیاز آبی روزانه- حداکثر ساعتی

(۴) متوسط نیاز روزانه- حداکثر ساعتی

۲۸- اجتماعی با جمعیت ۴۳۲۰ نفر در یک منطقه آب و هوایی بسیار سرد و کوهستانی و متوسط سرانه روزانه ۲۰۰ لیتر مفروض است. نیاز شبکه توزیع آب این اجتماع چند لیتر

در ثانیه طراحی می‌شود؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

۳۰ (۱) ۲۴ (۲) ۱۸ (۳) ۱۲ (۴)

۲۹- اجتماعی با جمعیت ۴۳۲۰ نفر در منطقه آب و هوایی گرم و خشک با متوسط مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر در روز و امکان بروز یک آتش‌سوزی در روز مفروض است. طراحی خط

انتقال آب چند لیتر در ثانیه می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

۱۰ (۱) ۱۴ (۲) ۱۸ (۳) ۲۲ (۴)

۳۰- اجتماعی با جمعیت ۴۰۰۰ نفر در جنوب شرقی کشور و با متوسط مصرف سرانه روزانه ۲۰۰ لیتر، دارای چه میزان جریان حداکثر روزانه و ساعتی بر حسب لیتر در ثانیه

می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۷)

۲۷ و ۱۲ (۱) ۳۳ و ۱۵ (۲) ۴۲ و ۱۷ (۳) ۴۲ و ۲۰ (۴)

۲۱- خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع آب معمولاً براساس کدام گزینه طراحی می‌شوند؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

- (۱) حداکثر ساعتی، حداکثر ساعتی
- (۲) حداکثر روزانه، حداکثر ساعتی + آب آتش‌نشانی
- (۳) حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی، حداکثر ساعتی
- (۴) حداکثر روزانه، حداکثر روزانه + آب آتش‌نشانی

۲۲- نیاز آبی فضای سبز در یک منطقه ۱۰ لیتر در هر مترمربع در روز می‌باشد. میزان جریان آبرسانی برای این زمین به مساحت ۲/۳ هکتار و با زمان آبیاری ۶ ساعت در روز چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

- (۱) ۱۰
 - (۲) ۲۰
 - (۳) ۳۰
 - (۴) ۴۰
- ۲۳- اجتماعی با جمعیت ۴۰۰۰ نفر با متوسط مصرف سرانه ۲/۶ لیتر در روز در اطراف دشت مفروض است. حداکثر روزانه آن چند لیتر در ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

- (۱) ۱۰
 - (۲) ۱۳
 - (۳) ۱۶
 - (۴) ۱۹
- ۲۴- در ملاحظات فنی- مهندسی طراحی خط لوله انتقال آب کدام مورد اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

- (۱) شیب منطقه- طول لوله- قطر لوله
- (۲) افت فشار- زبری لوله- سرعت جریان
- (۳) سرعت جریان- عمق کارگزاری- میزان جریان
- (۴) میزان جریان- طول لوله- اتصالات لوله

۲۵- در انتخاب مسیر خط انتقال آب کدام مورد از بیشترین اهمیت برخوردار است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

- (۱) موانع انسانی- شرایط جوی- امکانات فنی
- (۲) طول مسیر- پستی و بلندی- وجود جاده
- (۳) شیب مسیر- جنس زمین- عمق یخ‌زدگی
- (۴) موانع طبیعی- شرایط جوی- وجود جاده

۲۶- در مطالعات مقدماتی خطوط انتقال آب یک اجتماع به کدام عوامل باید توجه شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

- (۱) ضریب پیک ساعتی- ضریب پیک روزانه- جنس زمین- منابع آب

(۲) منابع آب - ضریب پیک روزانه - جنس زمین - جنس لوله

(۳) نیاز آب آتش‌نشانی - جمعیت - جنس زمین - کیفیت آب

(۴) جمعیت - سرانه آب مصرفی - جنس لوله - فشار در شبکه توزیع

۳۷- در مطالعات مربوط به شبکه‌های توزیع آب به کدام موارد باید توجه شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) طول مسیر خط انتقال - طول شبکه توزیع - جمعیت - نیاز آب آتش‌نشانی

(۲) ضربه آب - نیاز آب آتش‌نشانی - ضریب پیک روزانه - منابع آب

(۳) ضریب پیک روزانه - فشار در شبکه - حجم مخازن توزیع - ضریب پیک ساعتی

(۴) کیفیت آب خام - کل فشار ایستایی - حجم مخازن توزیع - ضربه آب

۳۸- روستایی با جمعیت ۴۰۰۰ نفر و متوسط مصرف سرانه آب ۲۲۰ لیتر در روز در مناطق

کویری یزد مقروض است میزان جریان حداکثر ساعتی در خط لوله اصلی شبکه توزیع

آب، چند لیتر در ثانیه است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۴) ۵۰

(۳) ۴۰

(۲) ۳۰

(۱) ۲۰

۲-۲ پاسخنامه تشریحی

(۲-۱) طراحی خط انتقال و تصفیه‌خانه آب بر اساس حداکثر مصرف روزانه انجام می‌شود.

(۱-۲)

(۳-۳) ظرفیت طراحی خطوط انتقال آب بر اساس حداکثر مصرف روزانه است. اما در طراحی شبکه‌های توزیع از دو معیار استفاده می‌شود:

- طراحی بر اساس حداکثر مصرف ساعتی، $Q_{max,h}$
- طراحی بر اساس حداکثر مصرف روزانه + آب آتش‌نشانی $(Q_{max,d} + Q_F)$

طراحی شبکه توزیع بر اساس حداکثر مصرف ساعتی، مطلوب‌تر می‌باشد.

هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

(۳-۴) همان طور که در سوال قبل عنوان شد، طراحی شبکه توزیع بر اساس حداکثر مصرف ساعتی مطلوب‌تر می‌باشد، زیرا احتمال رخداد آتش‌سوزی در ساعتی که مصرف حداکثر است، کمتر می‌باشد.

(۲-۷)

(۴-۶)

(۳-۵)

(۴-۸) طراحی خط انتقال بر اساس حداکثر مصرف روزانه و طراحی شبکه توزیع بر اساس حداکثر مصرف ساعتی انجام می‌شود. چون آب و هوای منطقه سرد می‌باشد، لذا ضریب پیک روزانه $1/3$ انتخاب می‌گردد و چون جمعیت 5000 نفر است. ضریب پیک ساعتی 2 در نظر گرفته می‌شود. لذا داریم:

$$Q_{ave,d} = \text{متوسط مصرف روزانه} = 200 \frac{L}{d} \times 5000 = 1000000 \frac{L}{d} = 11/6 \frac{L}{s}$$

$$Q_{max,d} = \text{حداکثر مصرف روزانه} = 11/6 \frac{L}{s} \times 1/3 = 15$$

$$Q_{max,h} = \text{حداکثر مصرف ساعتی} = 15 \frac{L}{s} \times 2 = 30 \frac{L}{s}$$

گزینه‌های ۲ و ۴ خیلی نزدیک به هم می‌باشند و با توجه به گستره ضرایب پیک روزانه و ساعتی، امکان اشتباه بین این دو گزینه وجود داشته و به عبارتی این دو گزینه هم‌پوشانی دارند.

(۳-۹) چون آب و هوای منطقه کوهستانی سرد است، ضریب پیک حداکثر روزانه $1/3$ و با توجه به جمعیت ضریب پیک ساعتی $1/7$ انتخاب می‌شود:

$$Q_{ave,d} = \text{متوسط مصرف روزانه} = \frac{200 \cdot L/d \times 29000}{1000 \cdot L/m^2} = \frac{8700 \cdot m^2}{d} \approx 100 \frac{L}{s}$$

$$Q_{max,d} = \text{حداکثر مصرف روزانه} = 1/3 \times 100 \frac{L}{s} = 130 \frac{L}{s}$$

$$Q_{max,h} = \text{حداکثر مصرف ساعتی} = 130 \frac{L}{s} \times 1/7 = 221 \frac{L}{s}$$

بنابراین ظرفیت طراحی خط انتقال و شبکه توزیع در این اجتماع به ترتیب ۱۳۰ و ۲۲۱ لیتر در ثانیه می‌باشد.

۴-۱۰) با توجه به اینکه آب و هوای جنوب شرقی کشور خشک و نیمه خشک است، لذا ضریب پیک روزانه ۱/۸ در نظر گرفته می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{200 \cdot L/s \times 15000}{1000 \cdot L/m^2} = 300 \cdot \frac{m^2}{d} = 3/5 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 3/5 \cdot \frac{L}{s} \times 1/8 = 6/3 \cdot \frac{L}{s}$$

۳-۱۱) ضریب پیک روزانه با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه ۱/۸ انتخاب می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{8640 \times 100 \cdot L/d}{1000 \cdot L/m^2} = 864 \cdot \frac{m^2}{d} = 1 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 1 \cdot \frac{L}{s} \times 1/8 = 1/8 \cdot \frac{L}{s}$$

۳-۱۲) با توجه به شرایط آب و هوایی بسیار سرد منطقه، ضریب پیک روزانه ۱/۳ لحاظ می‌شود:

$$Q_{ave.d} = \frac{150 \cdot L/d \times 10000}{1000 \cdot L/m^2} = 1500 \cdot \frac{m^2}{d} = 17/4 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 17/4 \cdot \frac{L}{s} \times 1/3 = 22/6 \cdot \frac{L}{s}$$

۱-۱۳) در مناطق آب و هوایی سرد و کوهستانی به دلیل بالا بودن میزان بارش، میزان سیلاب بالا است لذا اگر بخش کمی هم از این سیلاب وارد شبکه جمع‌آوری فاضلاب گردد، میزان جریان فاضلاب تولیدی از میزان جریان آب مصرفی بیشتر می‌شود. در شهرهای با بارش کمتر و جمعیت بیشتر، به دلیل اینکه تنها بخشی (۶۰-۸۰٪) از آب مصرفی تبدیل به فاضلاب می‌شود، لذا میزان جریان فاضلاب کمتر از میزان جریان آب مصرفی است.

از طرفی با توجه به رابطه زیر نیز می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل بالاتر بودن ضریب پیک فاضلاب نسبت به ضریب پیک ساعتی مصرف آب، میزان جریان طراحی فاضلاب رو از میزان جریان طراحی شبکه توزیع در جوامع کوچک، بزرگتر است.

ضریب پیک روزانه $\times$ متوسط مصرف روزانه آب = حداکثر مصرف روزانه آب

ضریب پیک ساعتی $\times$ حداکثر مصرف روزانه آب = حداکثر مصرف ساعتی آب

ضریب تبدیل آب به فاضلاب $\times$ متوسط مصرف آب = متوسط میزان جریان فاضلاب تولیدی

ضریب پیک $\times$ متوسط میزان جریان فاضلاب = حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب تولیدی

۴-۱۴) ضریب پیک روزانه ۱/۸ در نظر گرفته می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{600 \times 150 \cdot L/s}{1000 \cdot L/m^2} = 900 \cdot \frac{m^2}{d} = 10/6 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 10/6 \cdot \frac{L}{s} \times 1/8 = 19/1 \cdot \frac{L}{s}$$

(۳-۱۵) با توجه به شرایط آب و هوایی، ضریب پیک روزانه ۱/۸ و با توجه به جمعیت، ضریب پیک ساعتی ۲ انتخاب می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{500 \times 300 \cdot L/d}{1000 \cdot L/m^2} = 1500 \cdot \frac{m^2}{d} = 17/4 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 17/4 \cdot \frac{L}{s} \times 1/8 = 31/3 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.h} = 31/3 \cdot \frac{L}{s} \times 2 = 62/6 \cdot \frac{L}{s}$$

(۳-۱۶) ضریب پیک روزانه ۱/۸ لحاظ می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{200 \times 200 \cdot L/d}{1000 \cdot L/m^2} = 400 \cdot \frac{m^2}{d} = 4/6 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 4/6 \cdot \frac{L}{s} \times 1/8 = 8/3 \cdot \frac{L}{s}$$

(۳-۱۷) چون ماکو در ناحیه کوهستانی و سرد واقع شده است، ضریب پیک روزانه ۱/۳ لحاظ می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{1000 \times 200 \cdot L/d}{1000 \cdot L/m^2} = 2000 \cdot \frac{m^2}{d} = 23 \cdot \frac{L}{s}$$

$$Q_{max.d} = 23 \cdot \frac{L}{s} \times 1/3 \approx 30 \cdot \frac{L}{s}$$

(۴-۱۸) بر اساس رابطه دارسی - وایسباخ که بر حسب دبی به صورت زیر است:

$$h_f = \frac{0.8264 L Q^2}{d^5}$$

در یک خط لوله افت فشار با توان دوم دبی عبوری ارتباط مستقیم دارد. بنابراین افزایش دبی منجر به افزایش افت فشار می‌شود. به عنوان مثال در یک لوله با مشخصات ثابت، با ۲ برابر شدن میزان جریان عبوری، افت فشار چهار برابر می‌شود. بنابراین افزایش افت فشار منجر به کاهش فشار باقیمانده در لوله می‌شود.

(۴-۱۹) مبنای طراحی خط انتقال و شبکه توزیع به ترتیب حداکثر جریان روزانه و حداکثر جریان ساعتی است. ضریب پیک روزانه ۱/۲ و ضریب پیک ساعتی ۲ در نظر گرفته می‌شود.

$$Q_{ave.d} = \frac{200 \cdot (L/d) \times 5000}{1000 \cdot (L/m^2)} = 1000 \text{ m}^3/d$$

متوسط مصرف روزانه

$$Q_{max.d} = 1000 \cdot (m^3/d) \times 1/2 = 500 \text{ m}^3/d$$

حداکثر مصرف روزانه

$$Q_{max.h} = 500 \cdot (m^3/d) \times 2 = 1000 \text{ m}^3/d$$

حداکثر مصرف ساعتی

هیچ کدام از گزینه‌ها به جواب نزدیک نمی‌باشد.

۲۰- قطر لوله انتقال در سیستم پمپاژ بین قطرهای D_1 و D_2 بدست آمده از دو رابطه زیر است.

$$D_1 = 0.95 \sqrt{Q}$$

$$D_2 = 1.27 \sqrt{Q}$$

Q : میزان جریان بر حسب m^3/s

D_1 و D_2 : قطر بر حسب m

$$D_1 = 0.95 \sqrt{\frac{180 \cdot (m^3/h)}{3600 \cdot (s/h)}} \approx 0.2 m = 200 \text{ mm}$$

$$D_2 = 1.27 \sqrt{\frac{180 \cdot (m^3/h)}{3600 \cdot (s/h)}} \approx 0.3 m = 300 \text{ mm}$$

قطر مناسب بین ۲۰۰ و ۳۰۰ mm قرار دارد.

۲۱- در لوله با افزایش زمان به دلیل خوردگی و خراشیدگی سطح داخلی، زبری مطلق افزایش و

ضریب C کاهش می‌یابد.

۲۲- پاسخ سؤال ۱ فصل اول را ببینید.

$$Q_{max.d} = \frac{200 \cdot (L/d) \times 43200 \times 1/5}{86400 \cdot (s/d)} = 150 \text{ L/s}$$

(۴-۲۳)

(۱-۲۴)

۲۵- ضریب پیک روزانه برای جنوب ایران ۱/۸ می‌باشد.

$$Q_{max} = 10000 \text{ نفر} \times 170 \text{ lit/p.d} \times 1/8 = 306000 \div 86400 = 36 \text{ lit/s}$$

۲۶- ضریب پیک ساعتی برای جمعیت ۲۵۰۰ نفر را ۲/۳ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{max.h} = 1/7 \text{ lit/s} \times 2/3 = 17 \text{ lit/s}$$

(۳-۲۷)

(۲-۲۸)

ضریب پیک ساعتی برای جمعیت ۴۳۲۰ را ۲ در نظر می‌گیریم.

ضریب شرایط آب و هوایی سرد و کوهستانی را ۱/۲ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{\max.d} = 4320 \times 200 \frac{\text{lit}}{\text{p.d}} \times 1/2 = 1036800 \frac{\text{lit}}{\text{d}} = 12 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

$$Q_{\max.h} = 12 \frac{\text{lit}}{\text{s}} \times 2 = 24 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

(۳-۲۹) ضریب شرایط آب و هوایی گرم و خشک را ۱/۸ در نظر می‌گیریم.

چون خطوط انتقال براساس حداکثر مصرف روزانه طراحی می‌شود بنابراین:

$$Q_{\max.d} = \frac{4320 \times 200 \frac{\text{lit}}{\text{d}} \times 1/8}{86400} = 18 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

(۳-۳۰) ضریب آب و هوایی جنوب شرقی کشور را ۱/۸ در نظر می‌گیریم.

ضریب پیک ساعتی برای جمعیت ۴۰۰۰ نفر را ۲/۲ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{\max.d} = \frac{4000 \times 200 \frac{\text{lit}}{\text{d}} \times 1/8}{86400} = 17 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

$$Q_{\max.h} = 17 \times 2/2 \approx 42 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

(۴-۳۱)

$$1m^3 \quad 1 \frac{\text{lit}}{\text{d}}$$

(۱-۳۲)

$$23000 m^3 \quad x = 23000 \frac{\text{lit}}{\text{d}}$$

$$23000 \frac{\text{lit}}{\text{x}} \quad 24 \text{h}$$

$$x = 5750 \frac{\text{lit}}{6h} = 2/66 \frac{\text{lit}}{\text{s}} \Rightarrow \frac{24}{6} = 4 \Rightarrow \text{برای ۶ ساعت}$$

$$x = 2/66 \frac{\text{lit}}{\text{s}} \times 4 = 1 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

(۳-۳۳) سؤال ناقص است.

ضریب پیک روزانه را ۱/۸ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{\max.d} = \frac{4000 \times 2/6 \frac{\text{lit}}{\text{d}} \times 1/8}{86400} = 0.2 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

که با هیچکدام از جوابها همخوانی ندارد.

(۲-۳۵)

(۲-۳۴)

(۳-۳۷)

(۱-۳۶)

(۳-۳۸)

ضریب پیک روزانه برای مناطق کویری را $1/8$ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{\max.d} = \frac{400 \times 22 \times 1/8}{86400} = 18/22 \text{ lit/p.d}$$

ضریب پیک ساعتی برای جمعیت ۴۰۰ نفر را $2/2$ در نظر می‌گیریم.

$$Q_{\max.h} = 18/22 \times 2/2 = 40/22 \text{ lit/p.d}$$

فصل سوم

تأسیسات خطوط انتقال آب

۳-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- حوضچه فشارشکن به کدام علت در خط انتقال منظور می‌شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

۱) جلوگیری از ضربه آب ۲) کاهش فشار کاری

۳) کاهش فشار ایستایی ۴) کاهش سرعت جریان

۲- تعیین محل فشارشکن‌ها در شبکه توزیع بر اساس تعیین می‌گردد.

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

۱) فشار دینامیکی و حداقل فشار ۲) فشار استاتیکی و حداقل فشار

۳) فشار استاتیکی و حداکثر فشار ۴) فشار دینامیکی و حداکثر فشار

۳- حجم حوضچه فشارشکن برای سیستم‌های با میزان جریان متوسط به طور معمول چند متر مکعب می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۹)

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۴- در شهرهایی که اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه زیاد می‌باشد، کدام روش زیر جهت جلوگیری از ترکیدگی لوله‌ها منطقی به نظر می‌رسد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

۱) جداسازی نواحی فشار و نصب فشارشکن و تغذیه آن از طریق فشارشکن‌ها

۲) انتخاب و نصب لوله‌هایی با فشار کار بالا

۳) جداسازی نواحی فشاری و تغذیه مناطق از طریق مخازن جداگانه

۴) کاهش قطر لوله در جهت کاهش فشار

۵- حجم حوضچه فشارشکن برای خط انتقال با جریان ۳۰ لیتر در ثانیه به کدام مورد زیر نزدیک‌تر است (مترمکعب)؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۶- برای یک خط انتقال با میزان جریان ۵۰ لیتر در ثانیه، حجم حوضچه فشارشکن تقریباً چند مترمکعب است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۷- در یک خط انتقال با میزان جریان ۵۰ لیتر در ثانیه حوضچه فشارشکن وجود دارد. حجم

آن تقریباً چند مترمکعب است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

- (۱) ۵ (۲) ۱۵ (۳) ۳۵ (۴) ۵۵

۸- کدام روش زیر مناسب‌ترین راه برای کاهش حداکثر فشار آب در خطوط انتقال آب به

صورت پمپاژ می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

- (۱) شیر اطمینان (۲) شیر فشارشکن

- (۳) حوضچه فشارشکن (۴) افزایش قطر لوله

۹- کدام تجهیزات زیر برای کاهش فشار منفی در خطوط انتقال در زمان قطع ناگهانی انتقال

آب به صورت پمپاژ می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

- (۱) Check Valve - Air Chamber - Pressure Reducing Valve

- (۲) Feed Tank - Fly Wheels - Air Chamber

- (۳) Fly Wheels - Feed Tank - Pressure Relief Valve

- (۴) Fly Wheels - Check Valve - Pressure Reducing Valve

۱۰- بسترسازی در کدام یک از لوله‌های زیر اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) چدن نشکن و فولادی (۲) پلی اتیلن و جی. آر. پی

- (۳) چدن نشکن و پلی اتیلن (۴) آزیست سیمان و پی. وی. سی

۱۱- تست لوله در کجا و در چه زمانی انجام می‌گیرد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) در کارخانه و کارگاه (۲) کارگاه و بعد از نصب لوله در ترانشه

- (۳) کارخانه و بعد از نصب لوله در ترانشه (۴) کارخانه و قبل از نصب

۱۲- کدامیک از تجهیزات زیر در کاهش فشار منفی ناشی از قطع ناگهانی آب در لوله نقش

بیشتری دارند؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) شیر هوا- تانک آب و هوا (Air chamber)- شیر ضربه‌گیر

- (۲) شیر هوا- تانک تغذیه (Feed Tank)- لوله کنار گذر

- (۳) تانک تغذیه- شیر یکطرفه- شیر هوا

- (۴) تانک تغذیه- تانک آب و هوا- شیر یکطرفه

۱۳- عملیات Pipe Jacking چیست؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۴)

(۱) لوله‌گذاری بدون حفر ترانشه (۲) بالا آوردن لوله شکسته

(۳) عبور لوله از سطح زمین (۴) اتصال لوله‌های نر و ماده با حرارت

۱۴- کدامیک از تجهیزات زیر برای کنترل فشار مثبت ناشی از قطع ناگهانی پمپ‌ها در

خطوط انتقال کاربرد دارد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

(۱) شیر هوا، لوله کنار گذر همراه با شیر یکطرفه

(۲) شیر اطمینان، مخزن آب و هوا

(۳) مخزن آب و هوا، لوله کنار گذر همراه با شیر یکطرفه

(۴) شیر هوا، شیر اطمینان

۱۵- الکتروپمپ شناوری در چاهی نصب شده بطوری که ظرفیت پمپاژ آن بیش از مقدار مجاز

آبدهی چاه می‌باشد. استفاده از کدام شیر زیر می‌تواند آبدهی چاه را به مقدار مجاز

کاهش دهد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

(۱) نصب شیر فلکه نیمه باز (۲) نصب شیر نگهدارنده فشار

(۳) نصب شیر فشار شکن (۴) نصب شیر اطمینان

۱۶- کدامیک از لوله‌های زیر در درجه حرارت‌های بالا مقاومت مکانیکی و فشار کار خود را

بهتر حفظ می‌نماید؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

(۱) پلی اتیلن (۲) پی-وی-سی (۳) جی-آر-پی (۴) پلی پروپیلن

۱۷- در کدام قسمت از تأسیسات آبرسانی استفاده از شیرهای هوا و تخلیه نقش مهمتری

دارد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۴)

(۱) خطوط انتقال آب به صورت ثقلی

(۲) خطوط انتقال آب به صورت ثقلی و پمپاژ

(۳) خطوط انتقال آب به صورت پمپاژ و شبکه توزیع آب

(۴) شبکه توزیع آب

۱۸- متداولترین شیرهای مورد استفاده برای تنظیم جریان و کنترل موج فشار در خط انتقال

آب کدام است؟ (آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۸)

(۱) تویی- پروانه‌ای (۲) پروانه‌ای- بشقابی (۳) بشقابی- دروازه‌ای (۴) دروازه‌ای- پیستونی

۱۹- حداکثر نیاز مازاد و حداکثر آب در یک شبکه توزیع آب شهری به ترتیب ۴۰۰ و ۳۰۰ مترمکعب است. حجم مخزن توزیع مورد نیاز چند مترمکعب است؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تریست مدرس ۹۰)

(۱) ۳۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۷۰۰ (۴) ۱۰۰۰

۲۰- جهت کاهش فشار ایستایی و فشار کاری در خطوط انتقال آب کدام مورد به لحاظ فنی و مهندسی و اقتصادی مناسب تر است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) شیر فشارشکن (۲) حوضچه فشارشکن

(۳) توربین (۴) شیر یکطرفه

۲۱- در خط انتقال آبی با میزان جریان ۱۰ لیتر در ثانیه، از حوضچه فشارشکن استفاده شده است. حجم این حوضچه چند مترمکعب است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) ۲/۵ (۲) ۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۱۰

۳-۲ پاسخنانه تشریحی

۳-۱) در سیستم‌های ثقلی انتقال آب، اگر اختلاف ارتفاع بین اجتماع موردنظر (ارتفاع استاتیکی) با منبع تأمین آب بالا باشد، فشار استاتیکی در خط بالا بوده و در نتیجه امکان آسیب رساندن به لوله و شکستگی آن و نیز ایجاد فشار های بالا (فشار ایستایی) هنگام پدیده ضربه آب وجود دارد. در این حالت نیز کاهش فشار ضروری است و به گونه‌ای باید این فشار کاهش داده شود که بسته به شرایط یکی از راه‌های زیر برای کاهش فشار انتخاب می‌شود:

۱- استفاده از شیرهای فشارشکن: هزینه بالا داشته و طول عمر مشخصی دارند. بیشتر در شبکه توزیع استفاده می‌شود.

۲- استفاده از حوضچه‌های فشارشکن: در این حوضچه ها فشار سیستم به صفر رسیده و بنابراین از افزایش فشار خط انتقال جلوگیری می‌شود. از این روش بیشتر در خط انتقال استفاده می‌شود. مزایای این روش ساده بودن و ارزان بودن آن است. مبنای طراحی این حوضچه‌ها زمان ماند بوده که معمولاً ۵-۱۰ دقیقه در حداکثر میزان جریان در نظر گرفته می‌شود. بر اساس حجم، حوضچه‌های فشارشکن به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند:

- حوضچه‌های کوچک با حجم $5-10 \text{ m}^3$
- حوضچه‌های متوسط با حجم $15-20 \text{ m}^3$
- حوضچه‌های بزرگ با حجم 30 m^3

نکته قابل توجه اینکه محل احداث حوضچه‌ها بایستی به گونه‌ای باشد که با احتساب فشار قابل تحمل لوله بعد از حوضچه، ارتفاع و فشار کافی برای پایین دست تأمین گردد. کافی بودن ارتفاع به شیب هیدرولیکی لازم برای انتقال ثقلی آب بستگی دارد که آن نیز تابع طول لوله می‌باشد.

نکته:

- فاصله هر نقطه از مسیر تا خط شیب هیدرولیکی را فشار کاری می‌گویند که انرژی سیستم است. در هنگامی که آب در لوله در حال جریان است فشار کاری بیشترین تأثیر را دارد. هنگامی که آب جریان نداشته باشد (شیر فلکه نزدیک اجتماع بسته باشد)، فشار استاتیکی (ایستایی) بیشتر است و فشار کاری معادل فشار ایستایی است.

- انتخاب جنس لوله بر اساس حداکثر فشار سیستم، کیفیت آب عبوری بارهای زنده و مرده وارد بر لوله و کیفیت خاک محل کارگذاری می‌باشد.

۳-۲) حوضچه‌های فشارشکن برای کاهش فشار استاتیکی و با در نظر گرفتن حداکثر فشار مجاز طراحی می‌شوند.

(۲-۵) با فرض اینکه میزان جریان در حد متوسط بوده و لحاظ کردن ۸ دقیقه زمان ماند برای حوضچه فشارشکن، حجم آن برابر است با:

$$V = Q \cdot T = 30 \cdot \frac{L}{s} \times 8 \text{ min} \times 60 \text{ s/min} = 14400 \text{ L} = 14.4 \text{ m}^3$$

(۲-۶) با در نظر گرفتن اینکه میزان جریان در گستره زیاد قرار دارد، حجم لازم با لحاظ کردن زمان ماند ۵ دقیقه برابر است با:

$$V = 5 \text{ min} \times 50 \cdot \frac{L}{s} \times 60 \text{ s/min} = 15000 \text{ L} = 15 \text{ m}^3$$

(۲-۷) حل سؤال ۶ را ببینید.

(۱-۸) در خط انتقال ثقلی آب برای جلوگیری و کاهش فشار حداکثر از حوضچه‌های فشارشکن استفاده می‌شود. اما در خط انتقال آب به صورت پمپاژ، برای کاهش فشار حداکثر در مواقع ضربه آب مناسب‌ترین راه نصب شیر اطمینان است. از شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع آب و به منظور کاهش فشار زیاد استفاده می‌شود.

سایر شیرهای مورد استفاده در تأسیسات آبرسانی و هدف آن عبارتند از:

- شیرهای قطع و وصل: برای قطع جریان در یک خط در مواقع ضروری و در مسیرهای مستقیم به فاصله ۵۰۰-۳۰۰ متر از هم قرار داده می‌شوند.
- شیرهای هواگیری: برای خارج کردن هوای موجود در خط انتقال و در نقاط مرتفع نصب می‌شوند. در مسیرهای طولانی فاصله آنها از هم ۷۰۰ متر می‌باشند.
- شیرهای شستشو: برای تخلیه رسوبات و در نقاط گود مسیر نصب می‌شوند.
- شیرهای نگهدارنده فشار: برای جلوگیری از کاهش بیش از حد فشار (نگهداری حداقل فشار) نصب می‌شوند.
- شیرهای کنترل سطح آب (شیر شناور): برای کنترل سطح آب در مخازن به ویژه مخازن هوایی نصب می‌شود.
- شیرهای کنترل ارتفاع: برای جلوگیری از سرریز شدن مخازن و روی لوله ورودی به مخزن نصب می‌شود.

(۲-۹)

(۴-۱۰) بسترسازی در لوله‌هایی که شکنندگی بیشتری داشته و نسبت به بارهای خارجی مقاومت کمتری دارند، اهمیت بیشتری دارد.

به طور کلی انتخاب جنس لوله‌ها با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی انجام می‌شود که موارد زیر در این کار لحاظ می‌شوند. انتخاب مصالح با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی صورت گرفته و نکات زیر می‌باید مورد بررسی قرار گیرند:

- ۱- در دسترس بودن، محدودیت تهیه لوله‌ها و متعلقات از منابع داخلی و مشکلات تهیه از منابع خارجی).
- ۲- مقاومت در مقابل فشارهای داخلی و ضربه آب.
- ۳- مقاومت در مقابل نیروهای خارجی و انتخاب بسترسازی یا تکیه‌گاه مناسب.
- ۴- مقاومت در مقابل خوردگی داخلی و خارجی و انتخاب پوشش و حفاظت‌های مناسب با توجه به میزان خوردگی محیط.
- ۵- کاهش قطر داخلی در نتیجه پوشش داخلی.
- ۶- ضریب زبری مناسب با توجه به نوع لوله و یا پوشش داخلی آن.
- ۷- تغییر قطر و ضریب زبری در اثر رسوب گذاری.
- ۸- آسیب‌پذیری در مقابل ضربات احتمالی.
- ۹- مسائل حمل و نقل و احتمال شکستگی.
- ۱۰- تغییر شکل‌پذیری لوله در مقابل نیروهای خارجی هنگام حمل و نصب و اثر آن بر روی پوشش داخلی.
- ۱۱- مقاومت در مقابل عوامل محیطی.
- ۱۲- پیش‌بینی تعمیرات و نگهداری.
- ۱۳- عبور از مناطق پر پیچ و خم کوهستانی.
- ۱۴- حساسیت خط لوله در مقابل نشست‌های غیرهمگی.
- ۱۵- نصب انشعابات خانگی.

به عنوان راهنما مزایا و معایب لوله‌هایی که در شبکه‌های توزیع آب شهری کاربرد بیشتری دارند در زیر شرح داده شده است. استفاده از لغاتی از قبیل خیلی خوب، خوب، متوسط و غیره برای لوله‌ها در شرایط متعارف و یکسان و به منظور مقایسه عنوان گردیده است. بدیهی است همانگونه که در هر مورد بیان شده است برای جبران نقاط ضعف و بالا بردن مقاومت هر یک از انواع لوله‌ها اقداماتی می‌توان انجام داد که در مقایسه اقتصادی لازم است هزینه‌های مربوطه منظور گردد.

الف - لوله‌های آریست سیمان

- مقاومت نسبتاً خوب در مقابل خوردگی از داخل و خارج، این مقاومت با پوشش قیری و استفاده از سیمان ضد سولفات افزایش می‌یابد.

- مقاومت متوسط در مقابل نیروهای خارجی.
- مشکل حمل و نقل به علت شکنندگی.
- سهولت نسبی نصب (متوسط).
- مشکل نسبی تعمیر و تعویض.
- ضریب زبری خوب.
- محدودیت ساخت لوله‌های با قطر بیش از ۷۰۰ میلیمتر (لوله‌های تحت فشار).

ب - لوله‌های چدن نشکن

- مقاومت متوسط در مقابل خوردندگی از داخل و خارج، این مقاومت با پوشش قیری، سیمانی، اپوکسی، پلاستیکی و احتمالاً حفاظت کاتودیک افزایش می‌یابد.
- مقاومت خوب در مقابل نیروهای خارجی.
- سهولت نسبی حمل و نقل (حمل و نقل لوله‌ها با پوشش سیمانی نیاز به دقت دارد).
- سهولت نسبی نصب با استفاده از اتصالات فشاری.
- مشکل تعمیر و تعویض.
- ضریب زبری متوسط تا خوب (این ضریب حسب نوع پوشش به کار رفته تغییر یافته و در هر مورد لازم است ضریب مربوطه مد نظر قرار گیرد).

ج - لوله‌های فولادی

- مقاومت ضعیف در مقابل خوردندگی از داخل و خارج، این مقاومت با پوشش قیری، سیمانی، اپوکسی، پلاستیکی، حفاظت کاتودیک و یا ترکیبی از آنها افزایش می‌یابد.
- مقاومت نسبتاً خوب در مقابل نیروهای خارجی (تغییر شکل پذیری این لوله‌ها باید مورد توجه قرار گیرد).
- سهولت نسبی حمل و نقل (در اقطار بزرگ به منظور جلوگیری از تغییر شکل، استفاده از قید در دهنه لوله‌ها و مراقبت بیشتر در مورد لوله‌ها با پوشش سیمانی ضروری است).
- مشکل نسبی نصب، بخصوص در اتصالات جوشی.
- مشکل نسبی تعمیر و تعویض.
- ضریب زبری متوسط تا خوب (این ضریب بر حسب نوع پوشش بکار رفته تغییر یافته و در هر مورد لازم است ضریب مربوطه مد نظر قرار گیرد).
- محدودیتی برای ساخت این لوله‌ها در اقطار مختلف وجود ندارد.

د - لوله‌های پلاستیکی

- مقاومت خوب در مقابل خوردگی از داخل و خارج.
- مقاومت ضعیف در مقابل نیروهای خارجی، تغییر شکل‌پذیر در قطرهای بزرگ (لوله‌های G.R.P.) و آسیب‌پذیری در مقابل ضربات.
- سهولت حمل و نقل.
- سهولت نصب.
- سهولت تعمیر و تعویض.
- ضریب زبری خیلی خوب.
- محدودیت ساخت برای لوله‌های P.V.C و پلی اتیلن در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر (این محدودیت برای لوله‌های G.R.P وجود ندارد).

ه - لوله‌های بتن مسلح

- مقاومت نسبتاً خوب در مقابل خوردگی از داخل و خارج، این مقاومت با استفاده از سیمان ضد سولفات افزایش می‌یابد.
- مقاومت خوب در مقابل نیروهای خارجی.
- مشکل حمل و نقل به علت سنگینی (معمولاً در منطقه مصرف ساخته می‌شود).
- مشکل نصب.
- مشکل تعمیر و تعویض.
- ضریب زبری متوسط تا نسبتاً خوب.
- محدودیت ساخت لوله‌ها در اقطار کوچک (معمولاً کمتر از ۴۰۰ میلیمتر)

(۳-۱۱) (۴-۱۲)

۱-۱۳) Pipe Jacking یک روش لوله‌گذاری زیر سطح زمین بدون حفر ترانشه رو باز است. در این روش از جک‌های هیدرولیکی قوی برای راندن لوله‌ها در زیر زمین همزمان با انجام عملیات حفاری و تونل‌کشی، استفاده می‌شود. این روش خط لوله‌ای انعطاف‌پذیر و آب بند به دست داده و با حفر تونل کارگذاری لوله پایان می‌یابد. از لحاظ تئوری محدودیت برای طول لوله در این روش وجود ندارد و همچنین امکان نصب لوله‌ای با قطرهای ۱۵۰ mm تا ۳۰۰۰ mm وجود دارد. مزایای روش Pipe Jacking نسبت به روش ترانشه‌ای عبارتند از:

- کوتاه کردن زمان کار
- کمتر بودن حفاری و خاکبرداری

- تأثیر کمتر بر تأسیسات زیرینایی
- تداخل کمتر در ترافیک روی سطح خیابان

(۲-۱۲)

(۱-۱۵) در این سیستم نیاز به شیر تنظیم‌کننده جریان است. شیرهای نگهدارنده فشار، فشار شکن و شیر اطمینان برای کنترل فشار در سیستم آبرسانی استفاده می‌شوند.

(۳-۱۶) لوله‌های GRP، لوله‌های پلاستیکی مسلح شده توسط پشم شیشه هستند که مقاومت بالایی در برابر حرارت و فشار کار دارند.

(۳-۱۸)

(۱-۱۷)

(۱-۱۹) ۵۰ تا ۷۵ درصد از حداکثر نیاز مازاد را به عنوان حجم مخزن توزیع در نظر می‌گیریم که ما در اینجا برای اطمینان، ۰/۷۵ در نظر می‌گیریم.

$$400 \times 0.75 = 300 \text{ m}^3$$

(۲-۲۰)

(۲-۲۱) چون میزان جریان کم است ما زمان ماند ۸ دقیقه را برای حوضچه فشارشکن در نظر می‌گیریم:

$$V = Q \times T = 1 \frac{\text{lit}}{\text{s}} \times 8 \text{ min} \times 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 4800 \text{ L}$$

$$V \approx 5000 \text{ Lit} = 5 \text{ m}^3$$

فصل چهارم

ضربه آب در خط انتقال و

روش‌های کنترل آن

۴-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- تأسیسات جلوگیری از ضربه آب در خطوط انتقال برای چه میزان جریانی بر حسب لیترو ثانیه معمولاً کاربرد دارد؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۵)

- (۱) تا ۱ (۲) ۱ تا ۵ (۳) ۵ و بیشتر (۴) در کلیه موارد

۲- کدامیک از عوامل زیر بیشترین تاثیر را در ایجاد ضربه آب دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

- (۱) فشار ایستایی (۲) فشار کاری (۳) جنس لوله (۴) سرعت جریان

۳- کدامیک از موارد زیر در رابطه با افزایش ضربه آب در خط آبرسانی صحیح است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۶)

(۱) طول لوله بزرگتر، زمان بسته شدن شیر کوتاهتر

(۲) طول لوله کوچکتر، زمان بسته شدن شیر کوتاهتر

(۳) طول لوله بزرگتر، زمان بسته شدن شیر طولانی‌تر

(۴) طول لوله کوچکتر، زمان بسته شدن شیر طولانی‌تر

۴- در طی مدتی که پدیده ضربه آب در خط لوله آبرسانی ایجاد می‌شود، کدام یک از حالت‌های زیر در مقایسه با فشار ایستایی واقع می‌شود؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۶)

(۱) فقط افزایش فشار

(۲) فقط کاهش فشار

(۳) افزایش فشار و به همان مقدار کاهش فشار

(۴) افزایش فشار و قدری کاهش فشار

۵- چنانچه در یک خط انتقال سرعت جریان آب نصف و زمان بستن شیر فلکه در پایین دست دو برابر شود، فشار ناشی از ضربه آب نسبت به قبل:

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۰)

(۱) دو برابر می‌شود. (۲) تغییری نمی‌کند.

(۳) نصف می‌شود. (۴) یک چهارم می‌شود.

۶- در یک خط لوله آبرسانی به طول ۱۲ کیلومتر، سرعت موج فشار برابر ۱۲۰۰ متر در ثانیه است. زمان بسته شدن شیر بر حسب ثانیه از چه مقدار باید بیشتر باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۶)

۱۰ (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴)

۷- در یک خط لوله به طول ۱۰۰۰۰ فوت، سرعت حرکت موج فشاری دو هزار فوت در ثانیه می‌باشد. حداقل زمان بستن شیر، برای جلوگیری از ضربه آب چند ثانیه است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۹)

۵ (۱) ۷/۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴)

۸- زمان بستن شیر در یک خط لوله به طول ۵ کیلومتر و سرعت موج فشاری برابر ۱۰۰۰ متر در ثانیه باید حداقل از کدام گزینه بیشتر باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

۵ ثانیه (۱) ۱۰ ثانیه (۲) ۱۵ ثانیه (۳) ۲۰ ثانیه (۴)

۹- در یک خط لوله آبرسانی به طول ۱۰ کیلومتر، سرعت حرکت موج فشاری ۱۰۰۰ متر در ثانیه است. زمان رخت و برگشت موج فشاری چند ثانیه است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۷)

۵ (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴)

۱۰- در یک لوله به طول ۱۰ کیلومتر، سرعت حرکت موج فشاری ۱۰۰۰ متر در ثانیه است. برای جلوگیری از ضربه آب، زمان بستن شیر پایین دست خط لوله حداقل از چه مقدار باید بیشتر باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۸)

۱۰ ثانیه (۱) ۲۰ ثانیه (۲) ۳۰ ثانیه (۳) ۴۰ ثانیه (۴)

۱۱- در یک لوله به طول ۳ کیلومتر آب با سرعت ۱ متر در ثانیه جریان دارد. اگر شیر فلکه در زمان ۱۰ ثانیه بسته شود، فشار ناشی از ضربه آب چند کیلو پاسکال می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

۲۰۰ (۱) ۳۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴)

۱۲- در صورت قطع ناگهانی جریان پمپ در یک خط لوله با سرعت یک متر در ثانیه، سرعت امواج فشاری حاصل ۱۲۰۰ متر در ثانیه می‌باشد. افزایش فشار در خط لوله چند اتمسفر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

۶ (۱) ۱۲ (۲) ۱۸ (۳) ۲۴ (۴)

۱۳- فشار ناگهانی و زودگذر ناشی از ضربه آب با و کاهش می‌یابد.

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) کاهش ضخامت و کاهش مدول الاستیسیته لوله

(۲) افزایش ضخامت و کاهش مدول الاستیسیته لوله

(۳) افزایش ضخامت و افزایش مدول الاستیسیته لوله

(۴) کاهش ضخامت و افزایش مدول الاستیسیته لوله

۱۴- حداکثر فشار آب ثبت شده در حالت جریان ناپایدار در یک ایستگاه پمپاژ ۲۰۰ متر

می‌باشد. چنانچه اختلاف ارتفاع استاتیکی ۸۰ متر باشد حداقل فشار آب که در ایستگاه

پمپاژ به وجود می‌آید چقدر می‌شود؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

(۱) ۲۰ متر (۲) ۴۰ متر (۳) ۲۰- متر (۴) ۴۰- متر

۱۵- سرعت حرکت موج فشاری در لوله‌ای به طول ۳۰ کیلومتر، ۱۵۰۰ متر در ثانیه است. زمان

بستن شیر فلکه در پایین دست از کدام مورد زیر باید بیشتر باشد؟

(آزمون Ph. D بهداشت محیط ۸۳)

(۱) ۲۰ ثانیه (۲) ۳۰ ثانیه (۳) ۴۰ ثانیه (۴) ۶۰ ثانیه

۱۶- در کدام گروه از انواع لوله‌های زیر در شرایط یکسان مقدار جریان، فشار ناشی از ضربه

آب در اثر قطع ناگهانی پمپ‌ها کمتر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

(۱) پلی اتیلن و پی. وی. سی (۲) چدن نشکن و جی. آر. پی

(۳) آریست سیمان و پلی اتیلن (۴) چدن نشکن و پلی اتیلن

۱۷- کدام تجهیزات زیر برای کاهش فشار مثبت در خطوط انتقال در زمان قطع ناگهانی

پمپ‌ها، مناسب می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

(۱) By-pass pipe- Pressure Reducing Valve

(۲) Feed Tank-Pressure Relief Valve

(۳) Air Chamber- Pressure Relief Valve

(۴) Fly- Wheels - Pressure Relief Valve

۱۸- کدام مورد بیشترین تاثیر را در ضربه آب در خطوط انتقال آب دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

(۱) سرعت جریان (۲) جنس لوله

(۳) پستی و بلندی مسیر (۴) میزان جریان

۲۱- در یک خط انتقال تحت فشار آب، با دو برابر شدن قطر لوله و با فرض ثابت بودن سایر شرایط، توان مورد نیاز پمپاژ چند برابر افزایش می‌یابد؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۹۰)

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۲۲- از چشمه‌ای آب بطور ثقلی به پایین منتقل می‌شود. چنانچه قطر لوله ۲ برابر شود، بطور تقریبی میزان جریان چه تغییری می‌نماید؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

۱) تغییری نمی‌کند ۲) ۲ برابر ۳) ۴ برابر ۴) ۶ برابر

۲۳- از چشمه‌ای آب بطور ثقلی به پایین منتقل می‌شود. چنانچه طول مسیر انتقال ۲ برابر شود میزان جریان چه تغییری می‌نماید؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

۱) ۳۰ درصد افزایش ۲) تغییری نمی‌کند

۳) ۳۰ درصد کاهش ۴) ۵۰ درصد کاهش

۲۴- در یک خط لوله آبرسانی به میزان جریان ۲۰ لیتر در ثانیه و قطر ۳۰۰ میلیمتر مفروض است. برای افزایش جریان به ۴۰ لیتر در ثانیه و با حفظ شرایط یکسان، قطر لوله چند می‌شود؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۷)

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

۲۵- خط انتقال آب با جریان ثقلی و به میزان ۱۰۰ لیتر در ثانیه مفروض است. جهت کاهش فشار ایستایی در سیستم، حجم حوضچه در مسیر چند مترمکعب منظور می‌شود؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

۱) ۱۰ ۲) ۳۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

۲۶- جهت کنترل ضربه آب در خطوط انتقال، کدام گزینه مناسب‌ترین راه حل می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

۱) کاهش افت فشار ۲) کاهش طول لوله

۳) کاهش قطر لوله ۴) کاهش سرعت جریان

۲۷- خط لوله‌ای به طول ۲ کیلومتر و سرعت جریان آب ۸/۰ متر بر ثانیه در دسترس است. در پایین‌دست این خط انتقال، اپراتور در مدت زمان ۷ ثانیه شیر را می‌بندد. فشار ضربه آب (بر حسب متر) در خط انتقال کدام است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

۱) ۱۲ ۲) ۲۲ ۳) ۳۲ ۴) ۴۲

۲۶- در پایین دست یک خط انتقال آب، در یک زمان مشخص برای بستن شیر آب، چنانچه سرعت جریان آب دو برابر شود در فشار ناشی از ضربه آب، چه تغییری ایجاد می شود؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) تفاوتی ایجاد نمی شود.

(۲) نصف می شود.

(۳) دو برابر می شود.

(۴) چهار برابر می شود.

۴-۲ پاسخنانه تشریحی

۴-۱) شرایط هیدرولیکی در سیستم‌های انتقال و توزیع آب تقریباً به طور مداوم تغییر می‌نماید. بنابراین امکان ایجاد شرایط جریان هیدرولیکی ناپایدار در لوله‌های تحت فشار وجود دارد. این شرایط ناپایدار باعث ایجاد فشارهای بیشتر از فشار موجود در حالت جریان پایدار می‌شود، که به آن ضربه آب (water hammer) گفته می‌شود.

به عبارت دیگر هنگامی که سرعت جریان در داخل لوله به طور ناگهانی متوقف شود، انرژی سرعت (جنبشی) به یکباره به انرژی فشاری (پتانسیل) تبدیل شده و منجر به ایجاد سکانش‌های امواج فشاری شده و در نتیجه تغییرات فشار سیستم گردیده که باعث وارد آوردن ضربه به جدار لوله و اتصالات سیستم آبرسانی می‌شود.

بررسی پدیده ضربه آب بر دو تئوری استوار است:

۱- تئوری ستون مستقیم: آب به عنوان یک سیال غیر الاستیک فرض می‌شود.

۲- تئوری الاستیک: هم الاستیسیته سیال و هم لوله لحاظ می‌شود.

نکته قابل توجه اینکه موج فشاری ناشی از تغییرات سرعت، به خواص الاستیسیته سیال و لوله بستگی دارد. تغییرات فشار ناشی از ضربه آب توسط رابطه ساده شده ژکوفسکی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\Delta H = \pm \frac{a}{g} \Delta v \quad \Delta H: \text{تغییر ارتفاع (فشار)}, m$$

a : سرعت حرکت موج فشاری، m/s Δv : تغییرات سرعت، m/s

توجه: علامت + به معنی افزایش فشار (فشار مثبت) و علامت منفی نشان‌دهنده کاهش فشار (فشار منفی) در لوله می‌باشد.

دلایل ایجاد ضربه آب

- ۱- تغییر ناگهانی در وضعیت شیر فلکه‌ها (بستن ناگهانی)
- ۲- شیرهای کنترل موجود در مسیر
- ۳- پر کردن خطوط خالی (به ویژه در سیستم‌های پمپاژ)
- ۴- خارج کردن هوا از لوله
- ۵- راه‌اندازی مجدد پمپ در خط لوله
- ۶- قطع ناگهانی نیروی محرکه پمپ
- ۷- تغییر در سطح آب موجود در مخازن

نکته: مهمترین و معمول‌ترین دلیل ایجاد ضربه آب در سیستم آبرسانی، بستن ناگهانی شیر می‌باشد.

در این حالت بیشترین فشار زمانی ایجاد می‌شود که زمان بستن شیر (T_v) کمتر یا حداکثر معادل زمان

$$T_v \leq T_w \quad \text{و} \quad T_w = \frac{2L}{a}$$

رفت و برگشت موج (T_w) به محل شیر باشد.

T_w : زمان رفت و برگشت موج فشاری ایجاد شده، S

L: طول لوله، m

a: سرعت موج فشاری، m/s

افزایش فشار ایجاد شده در اثر ضربه آب (به شرط $T_v \leq T_w$)، از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$P = \frac{\rho L v}{t} \quad P: \text{فشار ناشی از ضربه آب، } \frac{N}{m^2} \text{ یا (Pa)}$$

ρ : دانسیته آب، $\frac{kg}{m^3}$

L: طول لوله، m

v: سرعت جریان آب، m/s

t: زمان بستن شیر، S

بر اساس این رابطه، فشار ایجاد شده با طول لوله و سرعت جریان آب رابطه مستقیم و با زمان بستن شیر رابطه عکس دارد. اگر زمان بستن شیر بیشتر از زمان رفت و برگشت موج فشاری باشد ($T_v > T_w$)، ارتفاع فشار ایجاد شده در اثر ضربه آب کمتر از حالت قبل بوده و با استفاده نمودارهای مختلف از جمله نمودار آلوی قابل محاسبه است.

روش‌های کنترل (پیشگیری) ضربه آب

کاهش سرعت جریان آب از طریق افزایش قطر (تنها در قطره‌های کوچک ممکن است اقتصادی باشد).

کاهش طول لوله از طریق نصب حوضچه‌هایی در طول مسیر

• نصب تانک موج‌گیری (Surge tank)

• نصب محفظه هوا (Air chamber)

• افزایش زمان بستن شیر (توسط سیستم‌های روغنی، پنوماتیکی و آبی)

• مجهز کردن پمپ به چرخ لنگر (Fly Wheel)

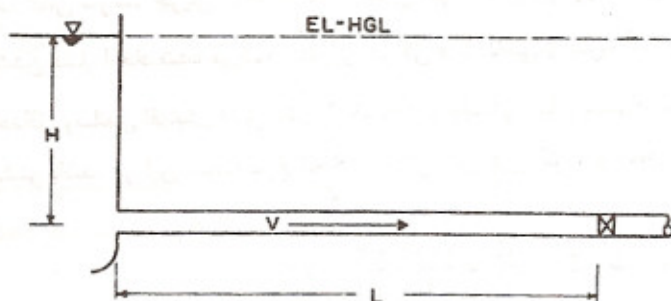
• نصب شیر اتوماتیک تنظیم فشار

• نصب مخزن تغذیه (Feed Tank)

• استفاده از لوله‌های ضخیم با جنس مناسب (برای کاهش سرعت موج فشاری ایجاد شده)

دوره حرکت موج فشاری در اثر بستن ناگهانی شیر خط لوله خروجی از یک مخزن به صورت زیر است:

شکل ۴-۱: شماتیک ضربه آب ناشی از بستن شیر در خط لوله



$$\left. \begin{aligned} &\Delta H = \frac{L}{a}, \text{ موج به محل مخزن می‌رسد.} \\ &\Delta H = 0, \text{ موج به شیر ضربه می‌زند (ضربه آب).} \\ &-\Delta H = \frac{3L}{a}, \text{ موج دوباره به مخزن می‌رسد.} \\ &\Delta H = 0, \text{ موج دوباره به شیر برمی‌گردد.} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{یک دوره} \\ \text{موج فشاری} \end{array}$$

نکته: روابط ارائه شده در مورد محاسبه ضربه آب، مربوط به سیستم‌های ثقلی می‌باشد. برای محاسبه ضربه آب در خط لوله تحت فشار (پمپاژ)، هم از روش محاسبه‌ای (معادلات دیفرانسیلی) و هم نموداری (نمودار parmakian) استفاده می‌شود.

تأسیسات جلوگیری از ضربه آب بسته به نوع خط و میزان جریان می‌تواند متفاوت باشد.

۴-۲) ضربه آب در اثر توقف ناگهانی سیال در حال حرکت و تبدیل انرژی سرعت به انرژی فشاری ایجاد می‌شود.

۴-۳) هر چه طول لوله بیشتر، سرعت جریان بیشتر و زمان بسته شدن شیر کوتاه‌تر باشد، فشار بیشتری ایجاد می‌شود.

۴-۳) همان طور که در سوال ۱ توضیح داده شد، در پدیده ضربه آب هم فشار مثبت ($+\Delta H$) و هم فشار منفی ($-\Delta H$) منفی نسبت به فشار عادی سیستم ایجاد می‌شود.

۴-۵) چون فشار ناشی از ضربه آب با سرعت جریان در لوله رابطه مستقیم و با زمان بستن شیر رابطه عکس دارد، نصف شدن سرعت جریان منجر به نصف شدن ضربه آب و دو برابر شدن زمان بستن شیر نیز باعث نصف شدن فشار ایجاد شده می‌شود. بنابراین در کل فشار ناشی از ضربه آب $\frac{1}{4}$ می‌گردد.

۲-۶) برای به حداقل رساندن افزایش فشار ناشی از ضربه آب، بایستی زمان بستن شیر از زمان رفت و برگشت موج بیشتر باشد، در این حالت موج ایجاد شده از شیر عبور کرده و منجر به افزایش فشار نمی‌شود.

$$T_w = \frac{2L}{a} = \frac{2 \times 1200 \text{ m}}{1200 \text{ m/s}} = 2 \text{ s}$$

لذا زمان بستن شیر بایستی بیش از ۲۰ ثانیه باشد.

۳-۷) حداقل زمان بستن شیر بایستی بیش از زمان رفت و برگشت موج باشد.

$$T_w = \frac{2 \times 1000 \text{ ft}}{2000 \text{ ft/s}} = 1 \text{ s}$$

$$T_w = \frac{2 \times 500 \text{ m}}{1000 \text{ m/s}} = 1 \text{ s} \quad (2-8)$$

$$T_w = \frac{2 \times 1000 \text{ m}}{1000 \text{ m/s}} = 2 \text{ s} \quad (3-9)$$

۲-۱۰) پاسخ سوال ۹ را ببینید.

۲-۱۱) در این سوال سرعت حرکت موج و در نتیجه زمان رفت و برگشت آن مشخص نشده است. با فرض بیشتر بودن زمان رفت و برگشت موج از زمان بستن شیر، فشار ناشی از ضربه آب از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$p = \frac{\rho L v}{t} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 2000 \text{ m} \times 1 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 2000000 \text{ Pa} = 2000 \text{ kPa}$$

۲-۱۲) چون سرعت به طور ناگهانی صفر شده است، لذا تغییر سرعت برابر 1 m/s است. با استفاده از رابطه ژکوفسکی، افزایش فشار در خط لوله به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta H = \frac{a \Delta v}{g} = \frac{1200 \text{ m/s} \times 1 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 122.22 \text{ m}$$

با توجه به اینکه فشار یک اتمسفر معادل ارتفاع فشار 10.33 متر آب است، فشار حاصل معادل $11/8$ اتمسفر است.

۱-۱۳) توقف ناگهانی جریان آب در یک خط لوله، باعث ایجاد یک موج فشاری شده که به طرف بالا دست حرکت می‌کند. این موج فشاری باعث ایجاد ضربه آب می‌شود. سرعت حرکت موج فشاری ایجاد

شده از روی رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\gamma \left(\frac{1}{k} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

۲: سرعت حرکت موج فشاری

D: قطر لوله

E: مدول الاستیسیته سیال

e: ضخامت لوله

E: مدول الاستیسیته لوله

بر اساس این رابطه افزایش قطر، کاهش مدول الاستیسیته سیال، کاهش مدول الاستیسیته لوله و کاهش ضخامت جداره لوله منجر به کاهش سرعت حرکت موج فشاری و در نتیجه کاهش ضربه ناشی از آب می‌شود.

۱۴-۳) در سیستم مورد نظر حداکثر فشار ۲۰۰ متر و اختلاف ارتفاع استاتیکی ۸۰ متر است. بنابراین افزایش فشار ناشی از ضربه آب ۱۲۰ متر است. با توجه به اینکه در ضربه آب، به اندازه فشار مثبت فشار منفی (۱۲۰ متر) نیز ایجاد می‌شود. لذا با احتساب ۸۰ متر فشار استاتیکی، حداقل فشار منفی در ایستگاه پمپاژ ۴۰ متر خواهد بود.

$$T_w = \frac{2L}{a} = \frac{2 \times 3000 (m)}{1500 (m/s)} = 4s$$

۱۵-۳) زمان رفت و برگشت موج

بنابراین زمان بستن شیر باید از ۴۰ ثانیه بیشتر باشد تا ضربه کمتری ایجاد شود.

۱۶-۲) طبق رابطه ارائه شده در پاسخ سؤال ۱۳ برای حرکت موج فشاری در لوله، سرعت حرکت موج فشار با فرض ثابت بودن سایر مشخصات، با مدول الاستیسیته لوله رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر هر چه مدول الاستیسیته لوله بیشتر باشد، سرعت حرکت موج فشاری ایجاد شده بیشتر و ضربه آب ایجاد شده بیشتر خواهد شد.

چون مدول الاستیسیته لوله‌های پلی‌اتیلن و پی‌وی سی بیشتر است، لذا سرعت حرکت موج در شرایط یکسان نسبت به سایر لوله‌ها بالاتر و فشار ایجاد شده بیشتر خواهد بود. مدول الاستیسیته آب $2/1 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$ است.

جنس لوله	پلی اتیلن سخت	PVC	بتن	آزبست سیمان	بتن مسلح	چدن نشکن	فولادی
مدول الاستیسیته (kg/m^2)	9×10^7	3×10^8	$2/8 \times 10^4$	3×10^6	$3/1 \times 10^6$	$7/5 \times 10^6$	$2/1 \times 10^{10}$

(۱-۱۸) به توضیحات سؤال ۱ مراجعه شود.

(۱-۱۹)

$$p = \frac{\rho Q H}{\gamma \Delta} \Rightarrow p = \frac{\rho (\pi d^2 / 4 \times V) H}{1.02}$$

$$p \propto d^2 \Rightarrow p = 2^2 = 4$$

(۲-۲۰)

$$Q \propto d^{2/62} \quad Q = 0.278 \text{ cd}^{2/62} \text{ S}^{-1/52}$$

$$Q = 2^{2/62} = 6/19$$

(۳-۲۱)

$$\frac{Q_r}{Q_1} = \left(\frac{L_1}{L_r} \right)^{-1/52} \Rightarrow \frac{Q_r}{Q_1} = \left(\frac{L_1}{2L_r} \right)^{-1/52} = 0.70$$

$$Q_r = 0.70 \cdot Q_1$$

(۲-۲۲)

$$\frac{Q_r}{Q_1} = \frac{d_r^{2/62}}{d_1^{2/62}} \Rightarrow \frac{4.0}{2.0} = \frac{d_r^{2/62}}{3.0^{2/62}} \Rightarrow d_r = 4.0$$

(۲-۲۳)

$$V = Q \times t = 1.0 \text{ lit/s} \times 5 \text{ min} \times 60 \left(\frac{\text{s}}{\text{min}} \right) = 300 \text{ lit/s}$$

$$V = 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

* زمان ماند برای کاهش فشار ایستایی در حوضچه را ۵ min در نظر می گیریم.

(۲-۲۴) سرعت جریان بیشترین تاثیر را در ضربه آب در خطوط انتقال دارد.

(۲-۲۵)

$$P = \frac{\rho L V}{t}$$

$$P = \frac{1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 2.0 \text{ m} \times 0.8 \text{ m/s}}{V_s} = 228571 \text{ pa} = 228/571 \text{ kpa}$$

$$P \approx 22 \text{ m}$$

(۲-۲۶) اگر V دو برابر شود P دو برابر می شود.

$$P = \frac{\rho L V}{t}$$

فصل پنجم

شبکه توزیع آب و تأسیسات آن

۵-۱ پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- هدف اساسی از به کارگیری مخازن توزیع به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

(۱) تامین نوسانات مصرف آب (۲) افزایش ظرفیت ذخیره‌ای

(۳) تامین فشار (۴) کلرزی آب

۲- حداقل ظرفیت مخزن آب در شبکه توزیع باید چه درصدی از حداکثر نیاز آبی روزانه

باشد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۷۵ (۳) ۵۰ (۴) ۲۵

۳- معمولاً ظرفیت غیرمفید یک مخزن و یا سد چند درصد ظرفیت کل می‌باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۴)

(۱) ۵ (۲) ۱۵ (۳) ۲۵ (۴) ۳۵

۴- شهری که ارتفاعات چندی آن را محصور کرده باشد، کدام نحوه استقرار مخازن ذخیره

آب برای آن مناسب است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۱)

(۱) ثقلی ساده نوع ۱ (۲) ثقلی ساده نوع ۲

(۳) پمپاژ ثقلی (۴) ثقلی مرکب

۵- اجتماعی در بین دو بلندی قرار گرفته است، کدام سیستم مخزن توزیع آب بهتر است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۷)

(۱) ثقلی ساده نوع یک (۲) ثقلی ساده نوع دو

(۳) ثقلی مرکب (۴) پمپاژ مستقیم

۶- چنانچه اختلاف ارتفاع بین بالا و پایین شهر زیاد باشد، کدام گزینه زیر برای

سرویس‌دهی مخازن مناسبتر است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۹)

(۱) ثقلی ساده نوع ۱ (۲) ثقلی ساده نوع ۲

(۳) ثقلی مرکب (۴) پمپاژ با مخزن متعادل‌کننده

۷- در مناطقی که اختلاف ارتفاع مخزن در بالا و نقاط پایین دست شهر خیلی زیاد باشد،

بکارگیری مخازن توزیع در شبکه آبرسانی کدام مورد است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۹)

(۱) ثقلی ساده نوع اول (۲) ثقلی ساده نوع دوم

(۳) پمپاژ (۴) پمپاژ - ثقلی

۸- رقوم سطح آب در مخزن توزیع بر اساس کدام مورد زیر طراحی می‌شود؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۸)

- (۱) پایین‌ترین نقطه در شبکه و دورترین نقطه شبکه
- (۲) بلندترین نقطه در شبکه و دورترین نقطه شبکه
- (۳) پایین‌ترین نقطه در شبکه
- (۴) بلندترین نقطه در شبکه

۹- حداکثر نیاز آبی شهری ۱/۲ مترمکعب در ثانیه می‌باشد. حجم مخزن ذخیره آب این شهر را به ۱۰۰۰ متر مکعب برآورد نمایید. (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۱)

- (۱) ۴۰ (۲) ۷۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۳۰

۱۰- مقادیر مصرف آب در ساعات مختلف شبانه‌روز برای یک اجتماع به قرار زیر است. چنانچه رژیم پمپاژ ۲۴ ساعته به مخزن آب داشته باشیم، حجم ضروری مخزن آب چند مترمکعب باید باشد (بدون احتساب سایر موارد)؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۰)

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

ساعت	مترمکعب
۱۲-۴	۱۰
۴-۸	۵۰
۸-۱۲	۵۰
۱۲-۴	۴۰
۴-۸	۴۰
۸-۱۲	۱۰

۱۱- در طراحی شبکه توزیع آب شهرها برای تعیین اختلاف ارتفاع بین بالاترین مصرف‌کننده و تراز ارتفاعی مخزن، چه فاکتورهایی را باید در نظر گرفت؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

- (۱) حداکثر تعداد طبقات ساختمانها - حداکثر فشار مجاز - میزان افت فشار
- (۲) حداقل فشار لازم - متوسط تعداد طبقات ساختمانها - میزان افت فشار
- (۳) متوسط تعداد طبقات ساختمانها - حداکثر فشار مجاز - میزان افت فشار
- (۴) حداکثر تعداد طبقات ساختمانها - حداقل فشار لازم - میزان افت فشار

۱۲- چنانچه حداقل فشار آب در یک شبکه توزیع موجود به علت افزایش جمعیت مصرف‌کننده، کمتر از مقدار لازم باشد چه راه حلی برای افزایش فشار باید در نظر گرفت؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) تعویض لوله‌ها با قطرهای بالاتر در شبکه توزیع

(۲) نصب بوستر پمپ در شبکه توزیع

(۳) ساخت مخزن جدید در تراز ارتفاعی بالاتر

(۴) نصب لوله‌های موازی

۱۳- کدام یک از قسمتهای مختلف شبکه توزیع آب در عملیات نشت‌یابی اهمیت بیشتری دارد؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) اتصالات

(۲) لوله‌ها

(۳) شیر آتش‌نشانی

(۴) شیرهای قطع و وصل

۱۴- چه مواقعی از سیستم توزیع آب متناوب در شهرها استفاده می‌گردد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) کاهش فشار آب در شبکه توزیع و افزایش جمعیت

(۲) قدیمی بودن لوله‌ها و کاهش فشار آب در شبکه توزیع

(۳) کمبود منابع آب قابل دسترس و کاهش فشار در شبکه توزیع

(۴) کمبود منابع آب قابل دسترس و قدیمی بودن لوله‌ها

۱۵- در طراحی شبکه توزیع آب شهرهای بزرگ جهت بالا بردن کیفیت بهره‌برداری و کنترل شبکه کدام فاکتورهای زیر اهمیت بیشتری دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۲)

(۱) انتخاب تعدد مخازن ذخیره - ناحیه بندی زیر پوشش مخازن - ناحیه‌بندی فشاری

(۲) انتخاب یک مخزن - ناحیه‌بندی زیر پوشش مخازن - ناحیه‌بندی فشاری

(۳) تعدد مخازن - ناحیه‌بندی زیر پوشش مخازن - نصب شیر فشارشکن

(۴) انتخاب یک مخزن - ناحیه‌بندی فشاری - نصب شیر فشارشکن

۱۶- معمولاً شیب هیدرولیکی در شبکه‌های شهری و روستایی عبارت است از:

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۱)

(۲) ۷ در هزار، ۱۰ در هزار

(۱) ۷ در هزار، ۳ در هزار

(۴) ۳ در هزار، ۷ در هزار

(۳) ۵ در هزار، ۵ در هزار

۱۷- معمولاً شیب هیدرولیکی در شبکه‌های آبرسانی شهری i_1 و روستایی i_2 به کدام مورد زیر قابل مقایسه می‌باشند؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۶)

$$(1) i_2 < i_1 \quad (2) i_2 < i_1 \quad (3) i_2 = i_1 \quad (4) i_2 > i_1$$

۱۸- بیشترین طول لوله در کدام یک از شبکه‌های آبرسانی وجود دارد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۹)

$$(1) \text{ شعاعی Raidal} \quad (2) \text{ مشبک Grid Iron} \quad (3) \text{ حلقوی Loop} \quad (4) \text{ شاخه‌ای Branch}$$

۱۹- در محاسبه شبکه‌های حلقوی توزیع آب به روش هاردی کراس دو اصل اساسی کدام است؟ افت فشار h و میزان جریان Q

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۲)

$$(1) \Sigma Q_i = 1 \text{ و } \Sigma h_i = 1 \quad (2) \Sigma Q_i = 0 \text{ و } \Sigma h_i = 0$$

$$(3) \Sigma Q_i = 0 \text{ و } \Sigma h_i = 1 \quad (4) \Sigma Q_i = 1 \text{ و } \Sigma h_i = 0$$

۲۰- در یک حلقه، مجموعه افت فشارها برابر $3/7$ - متر و مجموعه نسبت‌های افت فشار به میزان جریان برابر با $0/5$ متر بر لیتر در ثانیه است. مقدار جریان اصلاحی چند لیتر در ثانیه است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

$$(1) 2- \quad (2) 2 \quad (3) 4- \quad (4) 4$$

۲۱- حداکثر و حداقل فشار آب (ایستایی و باقیمانده پای ساختمان) در شبکه توزیع آب در شهرهای بزرگ ایران چقدر توصیه می‌شود (برحسب اتمسفر)؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۲)

$$(1) 2/5-5 \quad (2) 2/5-9 \quad (3) 3-9 \quad (4) 1/5-5$$

۲۲- حداقل فشار لازم در شبکه توزیع آب برای شهرهای بزرگ چند متر است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۲)

$$(1) 20 \quad (2) 60 \quad (3) 40 \quad (4) 70$$

۲۳- معمولاً فشار ایستایی و فشار باقیمانده در شبکه شهری و شبکه روستایی به ترتیب زیر است:

$$(1) 50 \text{ و } 25-25 \text{ و } 15 \text{ متر} \quad (2) 70 \text{ و } 25-50 \text{ و } 25 \text{ متر}$$

$$(3) 50 \text{ و } 15-25 \text{ و } 10 \text{ متر} \quad (4) 50 \text{ و } 15-50 \text{ و } 15 \text{ متر}$$

۲۴- فشار ایستایی و فشار باقیمانده در پای ساختمان در شبکه‌های توزیع آب روستایی بر حسب متر کدام مورد زیر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۰)

(۱) ۲۵ و ۱۵ (۲) ۳۵ و ۱۰ (۳) ۲۵ و ۲۵ (۴) ۱۵ و ۲۵

۲۵- فشار ایستایی، فشار باقیمانده و افت فشار در اجتماعات روستایی چند متر آب است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۹)

(۱) ۲۵ و ۱۰ و ۱۵ (۲) ۲۵ و ۲۰ و ۵

(۳) ۲۵ و ۵ و ۲۰ (۴) ۲۵ و ۱۵ و ۱۰

۲۶- حداکثر و حداقل فشار کار بر حسب متر در شبکه‌های توزیع به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۵)

(۱) ۲۰ و ۰ (۲) ۳۰ و ۱۰

(۳) ۵۰ و ۱۰ (۴) ۷۰ و ۲۰

۲۷- معمولاً فشار ایستایی و فشار باقیمانده پای ساختمان به ترتیب چند کیلوپاسکال است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۴)

(۱) ۱۰۰ و ۵۰ (۲) ۲۰۰ و ۱۰۰

(۳) ۵۰۰ و ۲۵۰ (۴) ۷۵۰ و ۵۰۰

۲۸- کدام عبارت در مورد ضریب اصطکاک F و ضریب هیزن C صحیح است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۵)

(۱) F و C کاملاً به سطوح داخلی لوله بستگی دارند.

(۲) F به سطوح داخلی و C به نوع جریان بستگی دارد.

(۳) F به سطوح داخلی و نوع جریان و C به سطوح داخلی بستگی دارد.

(۴) F به نوع جریان و C به سطوح داخلی بستگی دارد.

۲۹- قطر شیر هوا و قطر خط لوله انتقال چه نسبتی با هم باید داشته باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۵)

(۱) کوچکتر است. (۲) برابر است.

(۳) بزرگتر است. (۴) بستگی به فشار دارد.

۲۰- کدام فاکتورهای زیر در انتخاب جنس لوله در شبکه توزیع آب مؤثر هستند؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۱)

- (۱) حداقل فشار شبکه - کیفیت آب - ضخامت لوله - قیمت لوله
- (۲) حداکثر فشار شبکه - جنس خاک - کیفیت آب - قیمت لوله
- (۳) کیفیت آب - قیمت لوله - حداقل فشار شبکه - جنس خاک
- (۴) حداکثر فشار شبکه - ضخامت لوله - قیمت لوله - جنس خاک

۲۱- فرمول گودریچ $P = 180 t^{-0.1}$ به چه منظوری استفاده می شود؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۷۴)

- (۱) شدت بارندگی
- (۲) ضریب پیک آب
- (۳) ضریب پیک فاضلاب
- (۴) جریان آب آتش نشانی

۲۲- عمق کارگذاری لوله های آب معمولاً در چند متری است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

- (۱) ۰/۵
- (۲) ۱
- (۳) ۲
- (۴) ۲/۵

۲۳- میزان اتلاف و نشست آب در شبکه آبرسانی، چند درصد از کل مصرف است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۷۳)

- (۱) ۵
- (۲) ۱۵
- (۳) ۲۵
- (۴) ۳۵

۲۴- در معادله دارسی $\left(Q = -k \frac{dh}{dL} A \right)$ ، دیمانسیون k کدام است؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۰)

- (۱) $\frac{L^2}{T}$
- (۲) $\frac{L^2}{T}$
- (۳) $\frac{L}{T}$
- (۴) بدون دیمانسیون

۲۵- یک لوله با قطر ۳ متر بایستی آب با فشار $1/4 \text{ MPa}$ را انتقال دهد. اگر تنش کششی

مجاز 50 MPa باشد، ضخامت دیواره لوله چند میلی متر باید باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۲)

- (۱) ۳۲
- (۲) ۴۲
- (۳) ۱۵
- (۴) ۲۱

۳۶- چرا در طراحی شبکه توزیع آب در مناطق با اختلاف ارتفاع زیاد باید زون بندی فشاری انجام گیرد؟
(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) کنترل حداکثر فشار- کاهش میزان تلفات- کاهش فشار کار لوله های کاربردی
- ۲) کنترل حداقل فشار- کاهش میزان تلفات- کاهش فشار کار لوله های کاربردی
- ۳) کنترل حداقل فشار- کاهش تعداد حوادث- کاهش فشار کار لوله های کاربردی
- ۴) کاهش قطر لوله ها- کاهش تعداد حوادث- کنترل حداکثر فشار

۳۷- حداکثر فشار ایستایی و فشار باقیمانده در شبکه های توزیع آب شهرها معمولاً به ترتیب چند متر آب است؟
(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) ۵۰ و ۵۰ (۲) ۵۰ و ۲۵ (۳) ۲۵ و ۱۵ (۴) ۲۵ و ۲۵

۳۸- در صورت وجود اختلاف ارتفاع کدامیک از روش های زیر جهت تأمین فشار آب در شبکه توزیع دارای توجیه اقتصادی و فنی مناسب است؟
(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) احداث منبع هوایی
- ۲) احداث منبع هوایی و زمینی
- ۳) پمپاژ مستقیم
- ۴) احداث مخزن زمینی مرتفع

۳۹- از نظر مقایسه شهر در میزان نشت در شبکه توزیع آب، کدام فاکتورهای زیر اهمیت بیشتری دارند؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) عمر لوله ها- میزان تلفات در شبانه روز- سرانه نشت
- ۲) میزان تلفات به ازای هر کیلومتر لوله- عمر لوله ها - سرانه نشت
- ۳) سرانه نشت- عمر لوله ها- دبی شبانه
- ۴) دبی شبانه- میزان تلفات در شبانه روز- عمر لوله ها

۴۰- در طراحی شبکه توزیع آب شهرهای کوچک، حداقل و حداکثر فشار در چه محدوده ای در نظر گرفته می شود؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) ۲۰ تا ۴۰ متر (۲) ۳۰ تا ۶۰ متر (۳) ۲۰ تا ۷۰ متر (۴) ۳۰ تا ۷۰ متر

۴۱- کدامیک از شیرهای زیر بیشترین تعداد را در یک شبکه توزیع شهری با اختلاف ارتفاع بالا، دارند؟
(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- ۱) شیرهای آتش نشانی و قطع و وصل پروانه ای
- ۲) شیرهای قطع و وصل پروانه ای و فشار شکن
- ۳) شیرهای فشار شکن و آتش نشانی
- ۴) شیرهای قطع و وصل کشویی و آتش نشانی

۴۲- حجم مخزن ذخیره آب لازم برای شهری با جمعیت پنجاه هزار نفر و مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر در روز چقدر در نظر گرفته می‌شود؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) ۱۰۰۰۰ مترمکعب (۲) ۵۰۰۰ مترمکعب (۳) ۲۰۰۰۰ مترمکعب (۴) ۱۵۰۰۰ مترمکعب

۴۳- در روستایی با اختلاف بالاترین و پایین‌ترین تراز مصرف‌کننده برابر ۵۰ متر و دارای حداقل و حداکثر فشار به ترتیب ۱۰ و ۸۰ متر، بنظر شما کدامیک از موارد زیر صحیح است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۳)

- (۱) نیاز به زون‌بندی فشاری ندارد. (۲) نیاز به ساخت مخازن متعدد دارد.
(۳) نیاز به زون‌بندی فشاری دارد. (۴) نیاز به زون‌بندی فشاری و تعداد مخزن دارد.

۴۴- کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد نقش فشارشکن در شبکه توزیع آب صحیح می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

- (۱) کاهش و تنظیم فشار در نواحی پایین دست فشار شکن
(۲) تنظیم فشار در مواقع کاهش و افزایش فشار
(۳) کاهش فشار در مواقع پیک مصرف
(۴) تنظیم فشار در ساعات کم مصرف

۴۵- شیرهای تنظیم جریان در کدام قسمت از سیستم آبرسانی کاربرد دارد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

- (۱) خطوط انتقال - لوله‌های خروجی از مخازن ذخیره
(۲) در بعضی از انشعابات مشترکین - خطوط انتقال
(۳) در بعضی از انشعابات مشترکین - لوله‌های خروجی از مخازن ذخیره
(۴) شبکه توزیع شهری - خطوط انتقال

۴۶- کدامیک از حجم‌های زیر جهت ذخیره آب شرب شهری با جمعیت ۱۵۰۰۰ نفر و سرانه ۲۰۰ لیتر در ثانیه و ضرایب حداکثر روزانه و پیک مصرف به ترتیب ۱/۵ و ۲، مناسب می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

- (۱) ۶۰۰۰ مترمکعب (۲) ۳۰۰۰ مترمکعب (۳) ۲۰۰۰ مترمکعب (۴) ۸۰۰۰ مترمکعب

۴۷- بالاترین تراز ارتفاعی مصرف‌کننده در شهرکی ۱۷۶۰ متر می‌باشد، چنانچه در شهرک ساختمانها ۳ و ۴ طبقه ساخته شده باشد، تراز ارتفاعی مناسب زمین محل احداث مخزن ذخیره آب در این شهرک حدوداً چقدر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

- (۱) ۱۷۸۰ متر (۲) ۱۸۲۰ متر (۳) ۱۸۰۰ متر (۴) ۱۸۳۰ متر

۴۸- عوامل مؤثر در افزایش خطا در کنتورهای مشترکین کدام موارد زیر می باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

(۱) عمر کنتور - انتخاب نامناسب قطر کنتور (۲) کلاس کنتور - کاهش فشار

(۳) کلاس کنتور - انتخاب نادرست قطر کنتور (۴) کاهش فشار - نصب نامناسب

۴۹- عوامل مؤثر در میزان نشت لوله های شبکه توزیع آب کدام موارد زیر می باشد؟

(آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۴)

(۱) عمر - قطر - فشار - خوردگی

(۲) فشار - خوردگی - قطر - جنس خاک

(۳) ضعف لوله گذاری - شرایط آب و هوایی - قطر - عمر

(۴) عمر - ضعف لوله گذاری - فشار - جنس خاک

۵۰- برای یک اجتماع یکصد هزار نفری با متوسط مصرف روزانه ۲۰۰ لیتر، حجم آب ذخیره

در مخازن سیستم آبرسانی چند مترمکعب است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

(۱) ۱۰۰۰۰ (۲) ۲۰۰۰۰ (۳) ۳۰۰۰۰ (۴) ۴۰۰۰۰

۵۱- کدامیک از شبکه های توزیع آب به لحاظ تأمین آب به مقدار کافی و فشار مناسب در

شبکه، بهترین گزینه است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

(۱) شعاعی (۲) حلقوی (۳) شاخه ای (۴) مشبک

۵۲- ناحیه بندی شبکه توزیع آب به چه عواملی بستگی داشته و در کدام یک از الگوهای

شبکه توزیع ناحیه بندی فشاری قابل انجام است؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۶)

(۱) دانسیته جمعیت و شرایط آب و هوایی - الگوی شاخه ای

(۲) توپوگرافی و نوع منبع آب - آلودگی حلقوی

(۳) دانسیته جمعیت و توپوگرافی - الگوی شعاعی

(۴) نوع پمپاژ و نوع منبع آب - الگوی مشبک

۵۳- حجم مخزن ذخیره آب پاک در شبکه های آبرسانی شهری، معمولاً چه نسبتی از

متوسط نیاز روزانه آب اجتماع است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۷)

(۱) ۷۵٪ (۲) ۱۰۰٪ (۳) ۱۵۰٪ (۴) ۲۰۰٪

۵۴- در شبکه حلقوی نسبت به شبکه شاخه‌ای توزیع آب، طول لوله و تعداد شیرآلات به ترتیب چه تفاوتی با هم دارند؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

(۱) کمتر- بیشتر (۲) بیشتر- کمتر (۳) بیشتر- بیشتر (۴) کمتر- کمتر

۵۵- در شبکه شاخه‌ای نسبت به شبکه حلقوی، امکان تأمین آب آتش‌نشانی و فشار مورد نیاز برای مصرف‌کننده به ترتیب چه تفاوتی با هم دارند؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

(۱) بیشتر- کمتر (۲) بیشتر- بیشتر (۳) کمتر- بیشتر (۴) کمتر- کمتر

۵۶- پایین‌ترین و بالاترین رقوم ارتفاعی زمین در یک شهر به ترتیب ۲۵ و ۳۵ متر می‌باشند. رقوم سطح آب در مخزن تأمین آب شهر معمولاً در چه ارتفاعی بر حسب متر می‌باشد؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۸)

(۱) ۵۰ (۲) ۶۰ (۳) ۷۵ (۴) ۸۵

۵۷- اجتماعی در بین دو تپه مرتفع واقع شده است. سیستم تأمین آب این اجتماع کدام گزینه زیر است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

(۱) پمپاژ (۲) پمپاژ ثقلی (۳) ثقلی ساده (۴) ثقلی مرکب

۵۸- خانه‌ای در انتهای شبکه توزیع آب یک اجتماع شهری، در رقوم ارتفاعی ۳۵ متر قرار دارد. اگر متوسط سطح آب در مخزن توزیع برابر با ۷۵ متر باشد فشار کاری پای ساختمان چند متر آب است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

(۱) ۴۵ (۲) ۳۵ (۳) ۲۵ (۴) ۱۵

۵۹- اجتماعی به طول ۵ کیلومتر مفروض است. شیب هیدرولیکی این شبکه توزیع به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۸۹)

(۱) ۹ در هزار (۲) ۷ در هزار (۳) ۳ در هزار (۴) ۵ در هزار

۶۰- کدامیک از گزینه‌های زیر از ویژگی‌های شبکه توزیع متناوب نسبت به مداوم سیستم آب‌رسانی نیست؟ (آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۸۸)

(۱) نیاز به ذخیره آب در منازل (۲) بزرگتر بودن قطر لوله

(۳) مناسب برای مناطق کم آب (۴) کمتر بودن تعداد اتصالات و شیرها

۶۱- در کدامیک از آرایش‌های کارگذاری لوله، با کاهش دبی جریان، قطر مورد نیاز کاهش می‌یابد؟ (آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۹۰)

(۱) اتصال سری (۲) اتصال موازی (۳) اتصال مختلط (۴) اتصال حلقوی

۶۲- از یک خط انتقال با ارتفاع استاتیکی ۱۰ متر، آب با سرعت ۱ متر در ثانیه عبور می‌کند. کل افت فشار در این حالت ۱۰ متر است. اگر افت فشار ۳ برابر شود، کل ارتفاع فشار مورد نیاز پمپ حدوداً چند برابر خواهد شد؟

(آزمون کارشناسی ارشد بهداشت محیط تربیت مدرس ۹۰)

۱ (۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

۶۳- رقوم ارتفاعی سطح آب در مخزن توزیع آب یک شهر معمولی برابر با ۸۰ متر می‌باشد. چنانچه رقوم ارتفاعی زمین در انتهای شبکه ۲۰ متر باشد، فشار پای ساختمان در این نقطه چه متر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

۳۵ (۱) ۳۰ (۲) ۲۵ (۳) ۲۰ (۴)

۶۴- فشار ایستایی و فشار پای ساختمان در شبکه‌های توزیع آب روستایی بر حسب متر کدام گزینه است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۹)

۲۵ و ۵۰ (۱) ۲۵ و ۱۵ (۲) ۲۵ و ۲۵ (۳) ۱۵ و ۱۵ (۴)

۶۵- حداقل و حداکثر فشار در شبکه‌های توزیع آب شهری معمولاً چند اتمسفر می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۷)

۵-۱/۵ (۱) ۳/۵-۱/۵ (۲) ۵-۲/۵ (۳) ۲/۵-۱/۵ (۴)

۶۶- کمترین قطر لوله در شبکه‌های توزیع آب بدون و با شیر آب آتش‌نشانی چند میلیمتر است؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۷)

۶۰ و ۶۰ (۱) ۶۰ و ۱۰۰ (۲) ۱۰۰ و ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ و ۱۰۰ (۴)

۶۷- معمولاً افت فشار در شبکه و فشار پای ساختمان در اجتماعات کوچک چند متر آب می‌باشد؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۸۸)

۲۵ و ۱۵ (۱) ۱۵ و ۲۵ (۲) ۱۵ و ۱۰ (۳) ۲۵ و ۱۰ (۴)

۶۸- فشار ایستایی، باقیمانده فشار و افت فشار در شبکه‌های توزیع آب شهری معمولاً چند متر آب منظور می‌شود؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

۲۰ و ۳۰، ۵۰ (۱) ۲۵ و ۲۵، ۵۰ (۲) ۳۰ و ۲۰، ۵۰ (۳) ۲۵ و ۲۵ (۴)

۶۹- اجتماعی با جمعیت ۲۵ هزار نفر و متوسط مصرف سرانه روزانه ۲۰۰ لیتر مفروض است. حداقل حجم مخزن ذخیره برای مصارف خانگی چند مترمکعب منظور می‌شود؟ (آزمون Ph.D بهداشت محیط ۹۰)

۳۰۰۰ (۱) ۴۰۰۰ (۲) ۵۰۰۰ (۳) ۶۰۰۰ (۴)

۷۰- از یک دریاچه آب توسط لوله‌ای به میزان جریان ۱۵/۷ لیتر در ثانیه به ارتفاع ۳۰ متری پمپاژ می‌شود. معمولاً قطر لوله چند میلی‌متر می‌باشد؟

(آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) ۳۰۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۷۵

۷۱- برای یک اجتماع نسبتاً بزرگ در داخل دره‌های کوهستانی، جهت استقرار مخازن ذخیره آب، کدام گزینه مناسب است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) ثقلی ساده نوع یک (۲) ثقلی ساده نوع دو

(۳) ثقلی مرکب (۴) پمپاژ ثقلی

۷۲- میزان افت فشار مورد لحاظ در طراحی شبکه‌های توزیع آب مناطق شهری و روستایی در چه محدوده‌ای است؟ (آزمون کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط ۹۱)

(۱) ۵ تا ۲۵ متر (۲) ۱۰ تا ۲۵ متر (۳) ۲۰ تا ۳۵ متر (۴) ۲۵ تا ۵۰ متر

۵-۲ پاسخنانه تشریحی

۱-۱) توزیع آب حدود ۵۰-۹۰ درصد هزینه تأسیسات آبرسانی را شامل می‌شود و دوره طرح آن ۲۰-۴۰ سال است. بسته به نوع توپوگرافی منطقه توزیع و ارتفاع مخزن نسبت به منطقه توزیع، آب به چند روش بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود.

الگوهای توزیع

الف) توزیع ثقلی: در این روش آب به صورت ثقلی از منبع در اجتماع توزیع می‌گردد که بسته به اختلاف ارتفاع بین اجتماع و مخزن به دو دسته تقسیم می‌شود:

- سیستم ثقلی نوع ۱: در این روش ابتدا و انتهای اجتماع مشخص و ارتفاع کافی (نه خیلی زیاد) برای تأمین انرژی وجود دارد.
- سیستم ثقلی نوع ۲: اگر اختلاف ارتفاع بین اجتماع و مخزن آب به دلیل توپوگرافی منطقه بالا باشد، فشار ایستایی بالا بوده که هم احتمال شکستگی لوله‌ها وجود داشته و هم میزان مصرف بالا می‌رود. در این حالت در فواصل مشخصی از مسیر از حوضچه‌های فشارشکن استفاده می‌شود که باعث کاهش فشار استاتیکی می‌گردد.

ب) توزیع ثقلی مرکب: در مواقعی که اجتماع در یک دره واقع شده باشد از دو مخزن در دو بلندی استفاده می‌شود. در طول شب که مصرف آب در اجتماع پایین است، مخزن دوم پر شده و در طول روز از هر دو مخزن آب موردنیاز اجتماع تأمین می‌شود.

ج) توزیع پمپاژ - ثقلی: اگر اجتماع در رقوم ارتفاعی بالاتر از مخزن آب قرار داشته باشد، آب از مخزن توسط پمپ به یک منبع در محل اجتماع پمپ و از آنجا به صورت ثقلی توزیع می‌شود.

د) سیستم پمپاژ بدون ذخیره: در این حالت پمپ آب را مستقیماً به داخل شبکه توزیع وارد می‌نماید. در این حالت چون خروجی به جز مصرف از شبکه وجود ندارد، لذا نیاز به پمپ‌های مختلف برای تأمین نیازهای مختلف می‌باشد. این سیستم قابلیت جبران نوسانات آب در شبکه توزیع را ندارد. یک مزیت این روش این است که می‌توان فشار موردنظر در شبکه در حالات مختلف را تأمین کرد.

گاهی در مسیر شبکه و پمپ یک مخزن هوایی متعادل‌کننده استفاده می‌شود که کار این مخزن تنها تعدیل فشار و جلوگیری از فشار بیش از حد روی شبکه در ساعات کم مصرف می‌باشد و برای جبران نوسانات ساعتی به کار نمی‌رود.

در هر کدام از این روشهای انتقال، آب یا به صورت مداوم (پیوسته) و یا متناوب بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود. در سیستم مداوم، آب در تمامی ۲۴ ساعت به مصرف‌کننده می‌رسد. این روش مطلوبترین راه بوده و زمانی کاربرد آن امکان‌پذیر است که آب در منبع به مقدار کافی در دسترس

باشد. در این روش همیشه مقدار کافی آب برای آتش‌نشانی در دسترس بوده و نیز به علت گردش مداوم، همیشه آب تازه به مصرف‌کننده رسانده می‌شود. همچنین نیاز به ذخیره‌سازی آب توسط مصرف‌کننده نمی‌باشد. زمانی که مقدار کافی آب در اختیار نباشد، تنها در ساعات مشخصی از شبانه‌روز آب در اجتماع توزیع می‌شود (توزیع متناوب). در این روش مصرف‌کنندگان مجبور به ذخیره آب بوده، لذا کیفیت آن کاهش و امکان آلودگی ثانویه آن بیشتر است. نیاز به لوله‌های با قطر بیشتر نسبت به سیستم مداوم بوده و تعداد شیرآلات و اتصالات موردنیاز بیشتر است. همچنین امکان ایجاد فشار منفی در ساعاتی که آب در شبکه جریان ندارد، وجود داشته و لذا آلودگی شبکه را به همراه دارد.

شبکه توزیع

هدف اصلی سیستم توزیع، انتقال آب تصفیه شده از تصفیه‌خانه به مصرف‌کننده است. لذا بایستی ظرفیت کافی برای تأمین نیازهای مصرف‌کنندگان در همه شرایط را داشته باشد. بسته به نحوه استقرار لوله‌ها و جریان آب، شبکه توزیع به انواع مختلفی تقسیم می‌شود.

الف) شبکه شاخه‌ای (Branch)

در شبکه شاخه‌ای، سیستم شامل یک لوله اصلی توزیع بوده و آب فقط در یک مسیر حرکت می‌نماید که ضمن افزایش فاصله از منبع آب، قطر لوله کاهش می‌یابد. این روش بیشتر در مورد روستاها و شهرک‌هایی که به طور بی‌قاعده توسعه یافته‌اند کاربرد دارد.

مزایا: طراحی ساده، شیرآلات و اتصالات موردنیاز کمتر و طول لوله‌ها کوتاه‌تر است.
معایب: قطر لوله‌ها بزرگتر، قطع آب پایین دست در صورت شکستگی لوله‌ها، وجود نقاط کور فراوان و امکان ماندگی آب و کاهش کیفیت آن و مشکل بودن تأمین آب آتش‌نشانی.

ب) شبکه مشبک (Grid Iron)

شکل اصلاح شده شبکه شاخه‌ای است. در این سیستم تمامی نقاط کور لوله‌های اصلی و فرعی به هم متصل می‌شوند.

مزیت آن این است که آب از دو جهت وارد منطقه شده، لذا هیچ‌گاه قطعی آب وجود ندارد.
معایب: طول لوله زیاد بوده لذا هزینه سیستم بالا است و تعداد شیرهای موردنیاز بیشتر است.

ج) شبکه حلقوی (Loop)

این سیستم در جوامعی استفاده می‌شود که طراحی مناسب داشته و دارای طرح جامع مشخص هستند.

اجتماع به چند بلوک دایره‌ای یا مربعی تقسیم و لوله‌های فرعی از لوله‌های اصلی منشعب می‌شوند. مزایا: قطر لوله‌ها کمتر است، تأمین آب آتش‌نشانی آسانتر است، در صورت قطع آب در یک منطقه، جریان در سایر مناطق برقرار است. معایب: طول بیشتر خطوط، طراحی مشکلتر و تعداد بیشتر شیرآلات و اتصالات مورد نیاز.

د) شبکه شعاعی (Radial)

در این سیستم، آب از طریق لوله‌های اصلی وارد مخازن توزیع در نواحی مختلف شده و از آنجا توسط لوله‌هایی که به طور شعاعی نصب شده‌اند، بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود. این شبکه بیشترین طول لوله را دارد.

آنالیز هیدرولیکی شبکه‌های توزیع

آنالیز هیدرولیکی سیستم توزیع آب شامل تعیین میزان جریان و افت فشار در هر لوله و فشار باقیمانده در نقاط بحرانی سیستم در شرایط نیازهای مختلف (حداکثر روزانه، ساعتی و ...) است. قبل از گسترش ترم افزارهای کامپیوتری در زمینه مهندسی، روش هاردی کراس که مبتنی بر سعی و خطاست، بیشتر به این منظور استفاده می‌شد.

در هر سیستم لوله‌کشی تحت فشار ۳ قانون زیر قابل کاربرد است:

- ۱) در هر لوله بین افت فشار و مقدار آب عبوری از آن ارتباط برقرار است.
- ۲) در هر اتصال جمع جبری مقادیر آب ورودی به و خروجی از اتصال صفر است یعنی $\sum Q = 0$.

۳) در هر مسیر بسته یا حلقه، جمع جبری افت فشار صفر است یعنی $\sum h = 0$.

برای حل هیدرولیک شبکه توزیع دو روش بر مبنای روش هاردی - کراس ارائه شده است:

الف) موازنه افت فشار با تصحیح میزان جریان فرض شده

ب) موازنه میزان جریان با تصحیح افت فشار فرض شده

الف) موازنه افت فشار با تصحیح میزان جریان فرض شده

در این روش میزان جریان و افت فشار مربوطه در جهت عقربه ساعت علامت مثبت و خلاف عقربه ساعت علامت منفی می‌گیرد. پس مقادیر معقولی از میزان جریان برای همه اجزای سیستم فرض شده و سپس افت فشار در هر لوله محاسبه و جمع جبری افت فشار در هر حلقه محاسبه می‌گردد. وقتی $\sum h_f = 0$ شود محاسبه کامل است. در غیر این صورت یک میزان جریان اصلاحی (ΔQ) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، بدست آورده شده و با میزان جریان فرضی در هر لوله

جمع جبری شده و محاسبات افت فشار تکرار می‌شود.

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_f}{n \sum h_f / Q}$$

ΔQ = میزان جریان اصلاحی

$\sum h_f$ = مجموع افت فشار در حلقه

$\sum \frac{h_f}{Q}$ = مجموع نسبت افت فشار به میزان جریان در هر لوله (همیشه با علامت مثبت)

$$1/\Delta Q = n$$

ب) موازنه میزان جریان با تصحیح افت فشار فرض شده

در این روش یک افت فشار در همه گره‌ها فرض می‌شود. میزان جریان ورودی به گره علامت مثبت و میزان جریان خروجی از هر گره علامت منفی می‌گیرد.

میزان جریان در هر لوله از روی تفاوت فشار در دو سر آن و با استفاده از روابط مربوطه محاسبه می‌شود. سپس مجموع جبری افت فشار ($\sum Q$) محاسبه می‌گردد. اگر $\sum Q = 0$ باشد محاسبات کامل است در غیر اینصورت یک میزان افت فشار اصلاحی (h_f) از رابطه زیر محاسبه و افت فشار فرض شده اصلاح و محاسبات تکرار می‌شود.

$$h_f = \frac{n \sum Q}{\sum Q_h}$$

معیارهای طراحی شبکه توزیع آب

- میزان جریان

طراحی شبکه‌های توزیع بر اساس یکی از دو حالت زیر صورت می‌گیرد:

- بر اساس میزان جریان حداکثر ساعتی و با توجه به حداقل فشار
- بر اساس میزان جریان حداکثر روزانه به اضافه آب آتش‌نشانی

- فشار

قرزی کلی در لوله‌های توزیع شامل افت فشار به اضافه فشار باقیمانده (فشار پای ساختمان) می‌باشد. اگر افت فشار کم در نظر گرفته شود، فشار باقیمانده در شبکه کم شده لذا، شیرهای برداشت فشار کافی نخواهند داشت. تفاوت‌های زیادی در فشار موجود در سیستم‌های توزیع شهرهای مختلف وجود دارد. با توجه به اینکه اضافه شدن فشار در شبکه توزیع موجب ازدیاد مصرف و به ویژه تلفات آبی می‌گردد، بایستی طراحی طوری انجام شود که با در نظر گرفتن جنبه‌های فنی و اقتصادی ضمن

برآوردن فشار لازم، کمترین مقدار باشد.

به طور کلی فشار در سیستم توزیع بر اساس سه مورد زیر تعیین می‌شود:

- ۱- فشار موردنیاز برای مصارف آتش‌نشانی (حداقل فشار باقیمانده به این منظور ۳۵ Psi است).
- ۲- ارتفاع بلندترین نقطه‌ای که آب بایستی بدون پمپاژ مجدد و با فشار مناسب به آن برسد.
- ۳- فاصله منطقه از مخزن

• حداکثر فشار

حداکثر فشار مجاز در شهرهای ایران ۵ اتمسفر (تقریباً ۵۰ متر آب) است (در موارد خاص تا ۷ اتمسفر هم در نظر گرفته می‌شود). در شهرهای ایران تعداد طبقاتی که فشار آب آنها بایستی توسط شبکه تأمین شود، ۴ طبقه است. اگر ارتفاع کل ساختمان ۱۲ متر باشد و با احتساب ۱۰ متر افت فشار در شبکه لوله‌کشی داخل ساختمان، انرژی باقیمانده در پای ساختمان حدود ۲۵ متر (حداقل فشار) است. در روستاها حداکثر فشار ۳۰ متر است در این جوامع فشار ساختمانهای دو طبقه توسط شبکه توزیع تأمین می‌شود، لذا با احتساب ۶ متر ارتفاع ساختمان و ۶ متر افت در داخل ساختمان، فشار پای ساختمان ۱۵ متر می‌باشد.

در نظر گرفتن حداکثر فشار به منظور جلوگیری از افزایش مصرف و تلفات آب و نیز کاهش آسیب‌دیدگی لوله‌ها است.

• حداقل فشار

حداقل فشار مجاز بایستی به گونه‌ای باشد که فشار در هر یک از شیرهای برداشت از ۰/۳ اتمسفر کمتر نباشد. حداقل فشار مجاز شبکه برای ساختمانهای یک طبقه ۱/۴ اتمسفر و برای هر طبقه اضافی ۰/۴ اتمسفر به آن اضافه می‌شود.

در نظر گرفتن حداقل فشار به منظور تأمین فشار کافی در شیر برداشت آب است.

نکته ۱: با توجه به نوسانات سطح آب در مخزن، خط شیب هیدرولیکی برای محاسبه انرژی (فشار) سیستم توزیع از متوسط سطح آب در مخزن محاسبه می‌شود. هر چه میزان جریان برداشتی بیشتر باشد، افت فشار بیشتر و انرژی باقیمانده سیستم کمتر می‌شود.

نکته ۲: در شبکه‌های شهری چون طول خطوط لوله شبکه زیادتر است، شیب هیدرولیکی کمتر می‌باشد و (بین ۵-۳ در هزار است) ولی در شبکه‌های روستایی چون طول لوله‌ها کوتاهتر است شیب هیدرولیکی بیشتر و حدود ۱۰-۷ در هزار می‌باشد.

نکته ۳: حداقل فشار باقیمانده در شبکه برای آتش‌نشانی (۳۵ Psi) است. فشار آب در شیر آتش‌نشانی باید حدود ۴۰۰ Kpa باشد.

- سرعت جریان

در شبکه‌های توزیع با توجه به حداقل قطر، سرعت‌های کم ناخواسته ایجاد می‌شود. حداکثر سرعت مجاز در شبکه‌های توزیع معمولاً 2 m/s و در مواقع آتش‌نشانی $2/5 \text{ m/s}$ می‌باشد. حداقل سرعت برای جلوگیری از ترسیب و نیز خارج شدن گازها از آب و مسدود شدن لوله، $0/3 \text{ m/s}$ فرض می‌شود.

- قطر لوله

حداقل قطر برای جلوگیری از افت فشار زیاد در لوله‌های فاقد شیر آتش‌نشانی، 60 mm و در لوله‌های دارای شیر آتش‌نشانی 100 mm است. جنس لوله‌ها با توجه به حداکثر فشار، کیفیت آب، کیفیت خاک، قطر لوله و ملاحظات اقتصادی انتخاب می‌شود.

مخازن ذخیره

مخازن ذخیره آب خام برای ذخیره آب جهت مواقع خشکسالی و نیز تغییرات کمی و کیفی سالیانه و فصلی آب احداث می‌شوند. مخازن ذخیره آب تصفیه شده به منظور جبران نوسانات ساعتی (مهمترین هدف)، تأمین آب موردنیاز آتش‌نشانی، تأمین فشار لازم در شبکه و ذخیره آب جهت موارد ضروری (قطع آب ورودی به مخزن) طراحی می‌شوند. این مخازن به دو صورت مخازن زمینی و هوایی احداث می‌شوند.

حجم مخازن زمینی، مجموع حجم موردنیاز برای جبران نوسانات ساعتی مصرف ($15-25$ درصد حداکثر مصرف روزانه شبکه)، حجم موردنیاز آتش‌نشانی و حجم موردنیاز برای تأمین آب جهت موارد ضروری می‌باشد. حجم مفید این مخازن بین $50-75$ درصد حداکثر مصرف روزانه در پایان طرح در نظر گرفته می‌شود.

حجم مورد نیاز برای موارد ضروری + حجم آب آتش‌نشانی + حجم مورد نیاز برای جبران نوسانات ساعتی = حجم مفید مخزن
- اگر مخازن زمینی هم‌تراز با مصرف‌کننده باشند، فقط برای ذخیره آب به کار می‌روند. اما اگر در ارتفاع مناسبی نسبت به مصرف‌کننده باشند (مخازن زمینی مرتفع) علاوه بر ذخیره، فشار لازم در شبکه را نیز تأمین می‌نمایند. هر چه طول شبکه بیشتر و قطر لوله کمتر باشد، افت فشار بیشتر است، لذا ارتفاع احداث مخزن باید بلندتر باشد.

فشار باقیمانده + افت فشار + رقوم ارتفاعی زمین = رقوم ارتفاعی نصب مخزن

مخازن هوایی عموماً علاوه بر ذخیره آب فشار لازم را تأمین می‌نمایند. حجم این مخازن در صورت وجود مخازن ذخیره زمینی و لزوم ساخت برج‌های آب جهت تأمین فشار، معمولاً 3 تا 5 درصد حداکثر مصرف روزانه پیش‌بینی می‌شود. مخازن هوایی حداکثر تا حجم 1000 m^3 ساخته می‌شوند و آب

آتش‌نشانی به دلیل اقتصادی، نصف در نظر گرفته می‌شود. ارتفاع آب در آنها ۵-۷ متر است. قطر این مخازن بسته به حجم به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$D = 5 + \frac{V}{100}$$

$$\bullet \text{ حجم } 100 - 500 \text{ m}^3$$

$$D = 8 + \frac{V}{250}$$

$$\bullet \text{ حجم } 500 - 1000 \text{ m}^3$$

$$V = (0.3 - 0.5) Q_{\max} + V_F$$

V : حجم مخزن ذخیره هوایی، m^3

V_F : حجم مورد نیاز آب آتش‌نشانی، m^3

D : قطر مخزن هوایی، m

متعلقات شبکه‌های آبرسانی

- شیر قطع و وصل: برای قطع جریان در خطوط مورد نظر نصب می‌شود. در طول‌های مستقیم هر ۵۰۰-۳۰۰ متر یک شیر قطع و وصل در نظر گرفته می‌شود.

- شیر فشارشکن: برای کاهش فشار بیش از حد در شبکه نصب می‌شود.

- شیر کنترل سطح آب (شناور): برای کنترل سطح آب در مخازن ذخیره نصب می‌شود.

- شیر هوا: در نقاط مرتفع و برای تخلیه هوای لوله‌ها در فواصل حدود ۷۰۰ متر نصب می‌شود. قطر آن کمتر از قطر خط انتقال است.

- شیر تخلیه یا شستشو: در نقاط گود و برای تخلیه رسوبات نصب می‌شود.

- شیر نگهدارنده فشار: برای جلوگیری از کاهش فشار کمتر از حد استفاده می‌شود.

نکته: لوله‌های آب بالاتر از لوله‌های فاضلاب و پایین‌تر از لوله‌های گاز کار گذاشته می‌شوند. عمق خاک روی تاج لوله در شبکه توزیع حدود ۱m و در خط انتقال حدود ۲ m است.

آزمایش نشت

پس از کارگذاری لوله‌ها و قبل از پوشاندن، بایستی میزان نشت آنها تعیین شود. به این صورت که بخشی از لوله را پر از آب کرده و فشاری حدود ۵ اتمسفر بیش از فشار اسمی سیستم ایجاد می‌نماییم. به عبارتی این فشار باید برابر ۱/۴ فشار کار در آن نقطه باشد. زمان این آزمایش بین ۲۴-۱ ساعت متغیر است. پس از این مدت، فشار نبایستی بیش از ۰/۱ اتمسفر کاهش یابد. از فرمول زیر نیز میزان نشت مشخص می‌شود:

$$Q = \frac{ND\sqrt{P}}{3700}$$

$$Q: \text{میزان نشت, } \frac{\text{gal}}{h}$$

N: تعداد اتصالات

D: قطر اسمی، in

P: فشار آزمایش، $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$

بعد از ۱-۲ ساعت مقدار نشت نباید از ۰/۳ حجم آب لوله بیشتر شود.

گندزدایی خط انتقال

بعد از برطرف کردن نشت‌های احتمالی و قبل از برقراری جریان آب، لوله بایستی توسط محلول کلر با غلظت حداقل $50 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ کلر و به مدت ۲۴ ساعت پر شده و بعد از آن آبکشی و جریان آب برقرار شود.

(۳-۲)	(۳-۳)	(۴-۴)
(۳-۵)	(۲-۶)	(۲-۷)
(۲-۸)		

(۲-۹) حجم مفید مخزن ذخیره آب تصفیه شده حداقل ۷۵-۵۰٪ حداکثر مصرف روزانه در نظر گرفته می‌شود:

$$V = 1/2 \text{ m}^3/\text{s} \times 0.15 \times 86400 \text{ s/d} = 52 \times 10^3 \text{ m}^3 \quad \text{با فرض } 50\% \text{ حداکثر روزانه:}$$

$$V = 1/2 \times 0.175 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s/d} = 78 \times 10^3 \text{ m}^3 \quad \text{با فرض } 75\% \text{ حداکثر روزانه:}$$

(۱-۱۰) همان طور که در سوال ۱ توضیح داده شد حجم ذخیره مورد نیاز برای جبران نوسانات ساعتی مصرف آب با توجه به رژیم پمپاژ ۲۴ ساعته آب به مخزن ۱۵-۲۵ درصد مصرف روزانه است. چون در این سوال از حجم ذخیره مورد نیاز برای سایر مقاصد از جمله آب آتش‌نشانی صرف‌نظر شده است و با توجه به اینکه حجم آب مورد نیاز روزانه 200 m^3 می‌باشد، بنابراین با احتساب حجم ذخیره ۲۵ درصد مصرف روزانه، حداقل حجم مورد نیاز مخزن برابر است با:

$$V = 0.25 \times 200 \text{ m}^3/\text{d} = 50 \text{ m}^3$$

(۲-۱۱) رقوم ارتفاع مخزن ذخیره بر اساس بلندترین نقطه (به طور متوسط در شهرها چهار طبقه و در روستاها ۲ طبقه) در دورترین نقطه شبکه تعیین می‌شود به طوری که مصرف‌کننده واقع در دورترین نقطه شبکه بتواند آب کافی با فشار لازم را دریافت نماید. بنابراین مبنای انتخاب ارتفاع مخزن متوسط تعداد طبقات در اجتماع، حداقل فشار لازم در نقطه مصرف و افت فشار در طول شبکه می‌باشد.

(۴-۱۲) افزایش جمعیت تحت پوشش یک شبکه توزیع باعث افزایش مصرف آب و افزایش برداشت آب شبکه موجود می‌شود که این کار افزایش افت فشار و در نتیجه کاهش فشار باقیمانده در شبکه را به

همراه دارد. در این حالت برای تأمین آب کافی با فشار مناسب بهترین راه استفاده از شبکه موجود با حداکثر ظرفیت و احداث خطوط موازی این شبکه برای جبران مازاد مصرف و تأمین دبی کافی با فشار مناسب است.

۱۳-۴) دستگاههای نشتیاب معمولاً روی شیرهای قطع و وصل قرار داده شده و میزان نشت آب را مشخص می‌نمایند.

۱۴-۳) در مواقعی که منبع آب کافی در دسترس نبوده و فشار مناسب در شبکه وجود نداشته باشد از سیستم متناوب برای توزیع آب بین مصرف‌کنندگان استفاده می‌شود.

۱۵-۱) در شهرهای بزرگ تعدد مخازن انعطاف‌پذیری شبکه توزیع آب را در شرایط مختلف افزایش داده و کیفیت بهره‌بردار را بالا می‌برد. همچنین ناحیه‌بندی منطقه تحت پوشش هر مخزن از لحاظ فشار و رقوم ارتفاعی، تأمین آب با فشار مناسب را راحت‌تر می‌سازد.

۱۶-۴) شیب هیدرولیکی در شبکه‌های توزیع آب شهری بین ۵-۳ در هزار و در شبکه‌های توزیع آب روستایی بین ۱۰-۷ در هزار است.

۱۷-۴) در شبکه‌های توزیع آب شهری به دلیل بیشتر بودن طول شبکه، شیب هیدرولیکی کمتر از شبکه‌های توزیع آب روستایی است.

۱۸-۱)

۱۹-۲) مبنای طراحی شبکه‌های توزیع به روش‌های کراس در شبکه حلقوی، صفر بودن جمع جبری میزان جریان و افت فشار در یک حلقه است.

$$\Delta Q = -\frac{\sum h_f}{1/85 \sum \frac{h_f}{Q}} = -\frac{(-3/7)}{1/85 \times 0/5} = 4 \frac{L}{s} \quad (4-20)$$

۲۱-۱)

۲۲-۱) اگر منظور از حداقل فشار، فشار باقیمانده در پای ساختمان باشد، گزینه ۱ به جواب نزدیکتر است.

۲۳-۱) (۱-۲۲) (۴-۲۵)

۲۶-۴) حداکثر فشار کار در شبکه‌های توزیع ۵۰ متر (در شرایط خاص تا ۷۰ متر) و حداقل آن ۲۵ متر است. در این سوال نوع شبکه (شهری یا روستایی) مشخص نشده و اعداد گزینه‌ها نیز متناسب انتخاب نشده‌اند. با فرض اینکه شبکه شهری است، گزینه ۴ به جواب نزدیکتر است.

۲۷-۳) مشخص نشده است که شبکه شهری یا روستایی است. با فرض اینکه شبکه شهری باشد،

گزینه ۳ صحیح است. ستون آب $50 \text{ m} = 5 \text{ at} = 500 \text{ kpa}$

ستون آب $25 \text{ m} = 2/5 \text{ at} = 250 \text{ kpa}$

(۲-۳۰)

(۱-۲۹)

(۳-۲۸)

(۲-۳۱) در صورتی که اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه ضرایب پیک و میزان آب مورد نیاز در دسترس نباشد، برای برآورد ضریب پیک ماهیانه، هفتگی، روزانه و ساعتی (حداکثر مصرف آب در زمانهای مختلف نسبت به متوسط مصرف) از فرمول گودریج استفاده می‌شود.

$$P = 1.80 t^{0.71}$$

P درصد مصرف متوسط سالانه برای زمان t بر حسب روز

t = زمان بر حسب روز، ۲/۲۴ تا ۳۶۵

دوره زمانی	t (روز)	P (%)	حداکثر مصرف روزانه
سالانه	۳۶۵	۱۰۰	$1 \times$ متوسط مصرف روزانه
ماهانه	۳۰	۱۲۸	$1/28 \times$ متوسط مصرف روزانه
هفتگی	۷	۱۴۸	$1/48 \times$ متوسط مصرف روزانه
روزانه	۱	۱۸۰	$1/8 \times$ متوسط مصرف روزانه
ساعتی	۲/۲۴	۲۳۱	$2/31 \times$ متوسط مصرف روزانه

۳۲- (*) عمق کارگذاری لوله‌ها در شبکه توزیع حدود ۱ متر و در خطوط انتقال حدود ۲ متر می‌باشد.

در این سوال مشخص نشده است که کدام یک از شبکه توزیع یا خط انتقال موردنظر است.

۳۳- (۳) میزان تلفات آب در ایران بین ۲۰ تا ۳۰ درصد از کل مصرف را شامل می‌شود.

۳۴- (۳) از فرمول داریسی برای برآورد میزان جریان سیال در لایه‌های متخلخل استفاده می‌شود:

$$Q = -k \frac{dh}{dL} A \quad Q: \text{میزان جریان}, \frac{m^3}{d}$$

$$\frac{dh}{dL}: \text{گرادیان هیدرولیکی}, \left(\frac{m}{m}\right)$$

$$A: \text{سطح مقطع مسیر عبور جریان}, m^2$$

$$k: \text{ضریب هدایت هیدرولیکی}, \left(\frac{m^3}{m^2 \cdot d}\right)$$

ضریب هدایت هیدرولیکی به جنس خاک، تخلخل، دما و خواص سیال بستگی دارد و دیمانسیون آن LT^{-1} است.

۲-۳۵) تغییر در تنش ایجاد شده در دیواره لوله در اثر تغییر فشار سیال عبوری از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta PD}{2e}$$

$\Delta\sigma$: تغییر در تنش محیطی، Pa

ΔP : تغییر فشار سیال عبوری، Pa

D : قطر لوله، m

e : ضخامت لوله، m

$$5.0 \times 10^6 \text{ Pa} = \frac{(1/4 \times 10^6 \text{ Pa}) \times 2 \text{ m}}{2 \times e}$$

$$e = 0.042 \text{ m} = 42 \text{ mm}$$

۱-۳۶) هدف از ناحیه‌بندی فشاری در شهرهای با اختلاف ارتفاع زیاد، کاهش حداکثر فشار، کاهش تلفات آب و کاهش فشار کاری در لوله‌ها که منجر به جلوگیری از ترکیدگی لوله‌ها می‌گردد، است.

۲-۳۷) پاسخ سؤال ۱ را ببینید.

(۱-۴۰)

(۲-۳۹)

(۴-۳۸)

۲-۴۱) متداول‌ترین شیرهای مورد استفاده در سیستم انتقال، شیرهای قطع و وصل است که با هدف قطع جریان در مسیر مورد نظر استفاده می‌شود. معمولاً از شیرهای دروازه‌ای به این منظور استفاده می‌شود. در آب‌گیرها از شیرهای کشویی استفاده می‌شود. برای تنظیم میزان جریان در حد مورد نظر به ویژه در صافی‌ها و نیز کنترل جریان بین نواحی فشاری در شبکه توزیع، از شیرهای تنظیم‌کننده جریان استفاده می‌شود. معمولاً از شیرهای پروانه‌ای و بشقابی به این منظور استفاده می‌شود. بنابراین در شهرهای با اختلاف ارتفاع زیاد شیرهای تنظیم‌کننده جریان نوع پروانه‌ای و شیرهای فشارشکن بیشترین تعداد شیرهای مورد استفاده خواهند بود. شیرهای قطع و وصل بیشتر در خطوط انتقال آب استفاده می‌شوند.

۴-۴۲) حجم مفید مخزن ذخیره ۷۵-۵۰ درصد حداکثر مصرف روزانه در انتهای دوره طرح در نظر گرفته می‌شود. در این سؤال ضریب پیک حداکثر روزانه برای محاسبه حداکثر مصرف روزانه داده نشده است.

۴-۴۳) در مناطقی که اختلاف ارتفاع سطوح زمین بیش از ۳۲ متر باشد، جهت جلوگیری از فشارهای زیاد در ارتفاعات پایین، توصیه می‌شود شبکه توزیع از نظر فشار ناحیه‌بندی شود. هر یک از این نواحی توسط مخازن جداگانه تغذیه می‌شوند.

۴۴-۱) شیرهای فشار شکن (شیر اطمینان) برای کاهش فشار تا حد مورد نظر در پایین دست محل نصب در شبکه توزیع استفاده می‌شود. از شیرهای نگهدارنده فشار برای کنترل فشار تا حد مورد نظر در بالا دست محل نصب به کار گرفته می‌شوند.

۴۵-۴) شیرهای تنظیم‌کننده جریان برای کنترل میزان جریان از منبع آب خام به سیستم انتقال ثقلی و بین نواحی فشاری سیستم توزیع استفاده می‌شود.

۴۶-*) در مخازن ذخیره آب تصفیه شده، حجم ذخیره آب برای جبران نوسانات ساعتی (ذخیره آب شرب) ۲۵-۱۵ درصد حداکثر مصرف روزانه در نظر گرفته می‌شود. با لحاظ کردن ۲۵ درصد، حجم مورد نیاز در این سؤال برابر است با:

$$Q_{\max, d} = \frac{15000 \times 200 \left(\frac{L}{d}\right)}{1000 \left(\frac{L}{m^3}\right)} \times 1/5 = 4500 \frac{m^3}{d}$$

$$\text{حجم ذخیره آب شرب} = 0/25 \times 45000 = 11250 m^3$$

۴۷-۳) انرژی شبکه توزیع + بالاترین تراز ارتفاعی مصرف‌کننده = تراز ارتفاعی نصب مخزن
با در نظر گرفتن ۵۰ متر فشار در سیستم (۲۵ متر فشار پای ساختمان و ۲۵ متر افت فشار) رقوم ارتفاعی محل نصب مخزن برابر است با:

$$\text{رقوم ارتفاعی نصب مخزن} = 1760(m) + 50(m) = 1810 m$$

هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نیست. اگر حداکثر فشار شبکه توزیع ۴۰m در نظر گرفته شود، رقوم ارتفاعی محل نصب مخزن ۱۸۰۰ متر خواهد بود که در این حالت گزینه ۳ درست خواهد بود.

$$(2-50)$$

$$(4-49)$$

$$(1-28)$$

$$(2-53)$$

$$(3-52)$$

$$(2-51)$$

$$(4-55)$$

$$(3-52)$$

$$(4-56)$$

رقوم سطح آب مخزن = فشار پای ساختمان + افت شبکه شهری + بالاترین رقوم ارتفاعی شهر
 $25 + 25 + 25 = 75 m$ رقوم سطح آب مخزن

$$(4-57)$$

$$(4-58)$$

افت فشار در شبکه - (پایین‌ترین رقوم ارتفاعی - رقوم ارتفاعی سطح مخزن) = فشار کار پای ساختمان
 $25 - (75 - 25) = 25 m$ = فشار کار پای ساختمان

$$(4-59)$$

(۴-۶۰) تعداد اتصالات در شیرها در شبکه توزیع متناوب نسبت به مداوم بیشتر است.

(۱-۶۱)

(۳-۶۲)

$$TDH = h_s + h_f$$

$$h_f = 3 \times 10 = 30$$

$$TDH_1 = 10 + 10 = 20 \text{ m}$$

$$TDH_2 = 10 + 30 = 40$$

$$TDH_2 = 2 TDH_1$$

(۱-۶۳) به توضیحات سؤال ۵۸ مراجعه شود.

$$\text{فشار کار پای ساختمان} = (80 - 20) - 25 = 35 \text{ m}$$

(۲-۶۶)

(۳-۶۵)

(۲-۶۴)

(۲-۶۸)

(۳-۶۷)

(۳-۶۹)

$$V = 25000 \times 20 \frac{\text{lit}}{\text{d}} = 500000 \div 1000 = 500 \text{ m}^3$$

۷۰- سرعت را ۱ m/s در نظر می‌گیریم:

$$Q = A \times V$$

$$40157 = A \times 1 \text{ m/s} \Rightarrow A = 40157 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d^2 = \frac{A}{\frac{\pi}{4}} = \frac{40157}{\frac{\pi}{4}} = \frac{40157 \times 4}{\pi} = 5141 \text{ m}^2 \Rightarrow d = 71.7 \text{ m} \approx 72 \text{ m}$$

(۲-۷۲)

(۳-۷۱)