به نام خداوند جان و خرد

انتشارات
۳۴۴

سیستم‌های انتقال آب

دکتر محسن کهرم
استاد دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه: کهرم، محسن، ۱۳۲۸ -
عنوان و نام پدیدآور: سیستم‌های انتقال آب/ تالیف محسن کهرم؛ ویراستار علمی محمد مقیمان.
مشخصات نشر: مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۳۸۵.
مشخصات ظاهری: ۳۹۲ ص. مصوّر، جدول، نقشه، نمودار.
فروست: دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۳۴۴.
شابک: ISBN: 978-964-5782-74-8
یادداشت: صفحه عنوان به انگلیسی: M. Kahrom. Water processiny and transmission systems.
یادداشت: چاپ هشتم: ۱۴۰۴(فیپا).
یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۷۷ - ۳۷۸.
موضوع: آب بخشی
آب -- مهندسی
شناسه افزوده: دانشگاه فردوسی مشهد.
رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۵ ۹س۹ک/TD ۴۸۱
رده‌بندی دیویی: ۶۲۸/۱۴۴
شماره کتابشناسی ملی: ۱۷۵۰۰۱۲

انتشارات
۳۴۴

سیستم‌های انتقال آب

پدیدآورنده: دکتر محسن کهرم
ویراستار علمی: دکتر محمد مقیمان
مشخصات: وزیری، ۱۵۰ نسخه، چاپ هشتم، زمستان ۱۴۰۴ (اوّل، ۱۳۸۱)
چاپ و صحافی: همیار
بها : ۶/۳۰۰/۰۰۰ ریال

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶- ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)

مؤسّسهٔ کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)

مؤسّسهٔ دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شمارهٔ ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

http://press.um.ac.ir Email: press@um.ac.ir

به پاس تشویق و حمایت بی‌دریغشان

تقدیم می‌کنم:

به روانشاد مادرم

به همسرم

به فرزندانم آرش و آرمین

فهرست مطالب

فصل اوّل - منابع آب ۱

۱-۱ آشنایی ۱

۱-۲ موارد مصرف آب ۵

۱-۳ روشهای نمک زدایی از آب ۱۱

۱-۴ مصرف آب در ساعات مختلف شبانه روز ۱۴

۱-۵ برآورد حجم مخزن ذخیره آب ۱۶

۱-۶ انواع مخازن ذخیره ۱۹

۱-۷ مخازن هوایی ۲۲

۱-۸ مخزن تنظیم ۲۳

۱-۹ کیفیت آب ۲۹

۱-۱۰ سازمان کنترل کیفیت ۳۷

۱-۱۱ نمایش یک نمونه از تامین و انتقال آب ۳۸

۱-۱۲ مراحل آماده سازی آبهای سطحی برای شرب ۴۰

فصل دوم - خطوط انتقال ۴۴

۲-۱ آشنایی ۴۴

۲-۲ مبانی تئوریک ۴۵

۲-۳ انواع لوله ها ۴۹

۲-۴	لوله های بتن مسلح پیش کشیده	۴۹
۲-۵	لوله های آزبست سیمان	۵۰
۲-۶	لوله های چدنی	۵۱
۲-۷	محیط در بر گیرندهٔ لوله	۵۴
۲-۸	مقاومت ویژه خاک	۵۴
۲-۹	اسیدیته یا PH خاک	۵۶
۲-۱۰	مقدار رطوبت و هواگیری خاک	۵۶
۲-۱۱	نمکهای محلول در خاک	۵۷
۲-۱۲	فعالیت باکتریها در خاک	۵۷
۲-۱۳	وجود جریانهای سرگردان الکتریکی در خاک	۵۸
۲-۱۴	روشهای ارزیابی خورندگی خاک	۵۸
۲-۱۵	حمل و نقل	۵۹
۲-۱۶	اجرای عملیات کارگذاری لوله ها	۵۹
۲-۱۷	نیروهای داخلی و خارجی اطراف لوله ها	۶۱
۲-۱۸	آسیب شناسی خطوط لوله	۶۱
۲-۱۹	لوله های ساخته شده از مواد مرکب	۶۵
۲-۲۰	یک استاندارد برای لوله های فولادی	۶۶
۲-۲۱	محاسبه ضریب اصطکاک	۶۶
۲-۲۲	لوله های فولادی و چدنی با روکش سیمانی	۶۹
۲-۲۳	لوله های سفالی	۷۱
۲-۲۴	نکاتی از طراحی خطوط انتقال	۷۱
۲-۲۵	لوله های پلی اتیلن	۷۴
۲-۲۶	شیر هوا	۷۵
۲-۲۷	شیرها و اتصالات	۷۸
۲-۲۸	آزمون نهایی	۹۰
۲-۲۹	خوردگی داخل لوله ها	۹۲
۲-۳۰	حفاظت سطح بیرونی لوله	۹۴
۲-۳۱	حفاظت با پوشش دادن لوله ها	۹۸
۲-۳۲	گالوانیزه کردن لوله ها	۱۰۱
۲-۳۳	استفاده از قیراندود	۱۰۱
۲-۳۴	اندود روی (Zn) ، اندود قیر	۱۰۳
۲-۳۵	پوشش با ملات سیمان	۱۰۴
۲-۳۶	پوشش آسفالت	۱۰۴

۲-۳۷	حفاظت فیزیکی	۱۰۴
۲-۳۸	بازرسی لوله ها	۱۰۵
	مسائل	۱۰۸

فصل سوّم - شبکه های توزیع آب ۱۱۱

۳-۱	مقدمه	۱۱۱
۳-۲	انتخاب قطر لوله	۱۱۲
۳-۳	افت فشار در لوله ها	۱۱۳
۳-۴	محاسبه ضریب اصطکاک	۱۱۵
۳-۵	قطر معادل برای لوله های توزیع	۱۱۶
۳-۶	شبکه های خطی توزیع	۱۱۸
۳-۷	پروژه برای دانشجویان	۱۲۱
۳-۸	شبکه های حلقوی	۱۲۳
۳-۹	حل شبکه های توزیع	۱۲۴
۳-۱۰	حل شبکه های حلقوی به روش هاردی کراس	۱۲۶
۳-۱۱	استفاده از کامپیوتر برای روش هاردی کراس	۱۳۳
۳-۱۲	روش نیوتن - رفسون	۱۳۶
۳-۱۳	استفاده از کامپیوتر برای روش نیوتن - رفسون	۱۴۲
۳-۱۴	حل شبکه به روش خطی	۱۵۸
۳-۱۵	استفاده از کامپیوتر در حل روش خطی	۱۶۲
۳-۱۶	استفاده از پمپ و مخزن در شبکه	۱۶۷
۳-۱۷	شرایط مرزی برای شیر فشار شکن در شبکه	۱۶۹
۳-۱۸	نرم افزار loop	۱۷۰

فصل چهارم - پمپها و طراحی ایستگاه پمپاژ ۱۷۹

۴-۱	مقدمه	۱۷۹
۴-۲	شناخت	۱۸۴
۴-۳	حرکت سیال در پمپ سانتریفوژ	۱۸۵
۴-۴	مبانی نظری انتقال انرژی در توربوپمپها	۱۸۷
۴-۵	مبادله کار در توربوپمپها	۱۸۸
۴-۶	رابطه ارتفاع جریان با انرژی مبادله شده	۱۹۰
۴-۷	رابطه ارتفاع و دبی جریان در پمپها	۱۹۲

۴-۸	منحنی مشخصهٔ واقعی پمپ	۱۹۳
۴-۹	اعداد بدون بعد	۱۹۴
۴-۱۰	عملکرد تشابهی در یک پمپ	۱۹۶
۴-۱۱	منحنیهای کاری پمپ	۱۹۸
۴-۱۲	کاویتاسیون	۲۰۱
۴-۱۳	ارتفاع مثبت خالص مکش	۲۰۲
۴-۱۴	قوانین تشابه	۲۰۷
۴-۱۵	اصلاح قطر پمپ	۲۰۸
۴-۱۶	اثر لزجت	۲۱۱
۴-۱۷	تنوع اصولی در ساختار پمپها	۲۱۲
۴-۱۸	سرعت مخصوص	۲۱۶
۴-۱۹	انتخاب پمپ و نیروی محرکه	۲۱۸
۴-۲۰	تأسیسات تکمیلی پمپ	۲۲۱
۴-۲۱	پمپهای افقی ، پمپهای عمودی	۲۲۵
۴-۲۲	منحنی مشخصه ترکیبی سیستمهای انتقال آب	۲۲۷
۴-۲۳	دو یا چند پمپ موازی	۲۲۸
۴-۲۴	کنار گذر	۲۳۰
۴-۲۵	انتخاب پمپ	۲۳۱
۴-۲۶	ملاحظات در طراحی و نصب اجزای ایستگاه پمپاژ	۲۳۲
	مسائل	۲۴۲

فصل پنجم – ضربهٔ قوچ ۲۴۷

۵-۱	مقدمه	۲۴۷
۵-۲	معادلات تفاضلی اثر موج فشاری در لوله ها	۲۴۹
۵-۳	معادلهٔ پیوستگی	۲۵۱
۵-۴	سرعت صوت در بدنهٔ لوله ها	۲۵۷
۵-۵	اصلاح معادلات برای لوله ها	۲۷۰
۵-۶	روش ترسیمی حل مسائل ضربهٔ قوچ	۲۷۱
۵-۷	شرایط مرزی در دو انتهای لوله	۲۷۲
۵-۸	روشهای کنترل ضربهٔ قوچ	۲۸۷
۵-۸-۱	جدایش در ستون آب ، آزاد سازی گازها	۲۹۷

۵-۹	استفاده از تانک رانش آب	۲۹۸
۵-۱۰	حل تقریبی معادلات در امتداد خط لوله	۳۰۱
۵-۱۱	شکل تفاضل محدود معادلات	۳۰۳
۵-۱۲	شکل کلی معادلات تفاضلی	۳۰۵
۵-۱۳	شرط مرزی مخزن در بالادست جریان	۳۰۵
۵-۱۴	شرط مرزی سرعت در پایین دست جریان	۳۰۶
۵-۱۵	شرط مرزی پمپ در یک انتهای لوله	۳۰۶
۵-۱۶	حل ضربهٔ قوچ در طول خط لوله با استفاده از برنامه کامپیوتری	۳۰۷
۵-۱۷	اصلاح برنامهٔ ۱ برای حل با پمپ در بالا دست و شیر در پایین دست	۳۱۴
	مسائل	۳۴۵
	پیوستها	۳۵۴
	پیوست ۱	۳۴۵
	پیوست ۲	۳۶۳
	پیوست ۳	۳۶۷

پیشگفتار

با الهام از آموزشهای آقای دکتر غفّار جهانگیری ، استاد ارجمند دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران و با یاد شادروان مهندس جلال آشفته از خدمتگـذاران صدّیـق صنعـت آب کتـاب حـاضر را بـه طراحـان ، مشاوران ، پژوهشگران و دانشجویان تولید ، انتقال و توزیع آب تقدیم می نمایم .

در میان نویسندگان کتابهای تخصّصی ، در سراسر جهان ، به ندرت دیده می شود که نگـارنده ای یک کتاب جامع برای آموزش جنبه های متنوع صنعت آب انتشار داده باشد . برخی از کتابها ، مبـاحث پمپ و پمپاژ ، بعضی ها طراحی تلمبه خانه ، برخی خطوط انتقال و گروهی دیگر شبکه هـای توزیـع را به بحث گذاشته اند . داشتن تخصّص در علم مواد برای شناخت بهتر از فرآیند خوردگـی و یـافتن درک صحیح تر در انتخاب لوله و تجهیزات ، آگاهی از مکانیک خاک بـرای اطـلاع یـافتن از چگونگـی عمـل بستر خاکی بر بدنهٔ لوله ها ، اطلاع راجع به شبکهٔ برق ، ترانسفورمرهای انتقـال نـیرو ، تـامین و توزیـع برق موتورخانه ، شیمی آب و میکرو بیولوژی مرتبط با آب و ... رشته های بی پایانی از دانش مهندسـی است که سیستمهای انتقال آب را مبحثـی چنـد تخصصـی و مرتبـط بـا دانسـته هـای مجموعـه ای از مهندسین و کارشناسان می نماید .

اذعان دارم که در هر یک از زمینـه هـای فـوق مطـالب و مسـائل زیـادی وجـود دارد کـه طـراح سیستمهای انتقال آب باید به وضوح و تا حدّ اطمینان خاطربرای نتایج خود ، از آنها آگاهی یابد و اگـر بخواهیم با چنین هدفی ، موشکافانه ، هر زمینه را مورد بررسی قرار دهیـم ، بـه همـان جـایی خواهیـم رسید که توصیه کنیم از کتابهای مشروح و تخصّصی منفک از یکدیگر استفاده شود .

نگرش دیگر به آموزش مهندسین صنعت آب می تواند از دیـدگـاه آشـنا نمـودن کارشناسـان بـا تخصّص های ویژه باشد . مثلاً مهندسی برق سهم تخصّصی خود از تأسیسات صنعت آب را تربیت کنـد و مهندسی ساختمان در طراحی و ساخت ساختارها ، ترانشه ، فونداسیون ، زینها ، پشت بندها ، پلـها و غیره همکاری نماید و مهندسـین شـیمی در چگونگـی و مناسـب سـازی آب ، آب را قبـل از ورود بـه خطوط انتقال یا شبکه ، مورد تصفیهٔ فیزیکی ، شاید شیمیایی و طراحی فرآیند تصفیـه قـرار دهنـد . و بالاخره مهندسین مکانیک طراحی تأسیسات ورودی آب به تلمبه خانه ، پمپاژ ، تأسیسات خروجـی آب و طراحی شبکهٔ لوله ها و خط انتقال را به انجام برسانند . لذا این مجموعهٔ کارشناسـی ، در قـالب یـک فعالیت تیمی ، طراحی تأسیسات آبی را به عهده خواهند گرفت . اگـر چنیـن تصـوری مـورد پذیـرش باشد، این کتاب وظایف طراحی تأسیسات مکانیکی در انتقال و توزیع آب را به مهندسین مکانیک و آب

آموزش می دهد . این مهندسین پس از گرفتن زمینه های مقدماتی ، آماده خواهند بود که چنانچه در خدمت صنعت آب یا تأمین و توزیع آب در صنایع قرار گیرند ، اطلاعات اولیهٔ طراحی و مهندسی را داشته باشند و جایگاه خود را در میان گروه بزرگی از متخصصین گفته شده در بالا تشخیص دهند و به وظایف خود عمل نمایند .

مؤلف این کتاب ، ضمن تدریس درس سیستمهای انتقال آب در دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد ، در یک دورهٔ نسبتاً طولانی ، گاه به گاه با مشاوران و طراحان صنعت آب همکار شده است و ضمن استفاده از منابع کلاسیک در دانشگاه ، از تجربیات این مشاورین نیز بهره جسته و کتاب حاضر را که تا این لحظه برای آموزش برخی مفاهیم و روشهای طراحی برای مهندسین مکانیک کافی می داند ، برای چاپ تقدیم نموده است .

به هر روی هیچ کتابی پایان یک آموزش تلقی نمی شود و اینجانب اطمینان دارم ، همکاران ارجمند در دانشگاه و مشاوران محترم صنعت آب و دانشجویان تیز بین از راهنمایی اینجانب برای انجام اصلاحات و ارتقای کیفی کتاب ، در چاپهای بعدی دریغ نخواهند ورزید .

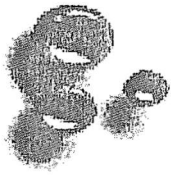
بسیار بجا می دانم که از زحمات همکار ارجمندم جناب آقای دکتر محمد مقیمان ، دانشیار محترم دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد که زحمت ویرایش علمی این کتاب را بعهده داشته اند و راهنمائیهای ایشان در تنظیم و بهبود کیفی کتاب مؤثر بوده است ، سپاسگزاری نمایم .

در قسمت شناخت مواد و چگونگی نگهداری لوله ها مشاوره و راهنماییهای آقای مهندس علیرضا عارفان را مورد استفاده قرار داده ام که لازم می دانم از زحمات ایشان سپاسگزاری نمایم .

مؤلف : محسن کهرم

مهر ماه ۱۳۸۱

Kahrom_M@yahoo.com
Kahrom_M@ferdowsi.um.ac.ir



فصل اوّل

منابع آب

۱-۱ آشنایی

روی کرهٔ زمین $۱۰^۹$ کیلو متر مکعب آب وجود دارد که از ایـن مقـدار ۹۸/۷۷٪ آن در دریاهـا و اقیانوسها گنجیده اند و بقیهٔ آن به شرح زیر روی سطح کرهٔ زمین پراکنده هستند :

در دو قطب شمال و جنوب ۱/۸ میلیون کیلـو مـتر مکعـب آب بـه صـورت یخـهای قطبـی ، در رودخانه ها ۰/۲۵ میلیون کیلومتر مکعب آب شیرین جـاری هسـتند و ۰/۲۵ میلیـون کیلومـتر مکعـب دیگر به صورت آبهای زیر زمینی ذخیره و یا در زیر زمین جریان دارند .

بنا بر این انسان برای تأمین نیاز آبهای مصرفی خود کمتر از ۰/۵ میلیون کیلو متر مکعب آب در اختیار دارد که ۰/۰۵٪ از کل آب موجود روی کرهٔ زمین است .

برای یافتن تصویر بهتری از حجم کل آب موجود ، می توان چنین بیان کرد که اگر آب موجـود روی کرهٔ زمین را بر روی مساحتی برابر کشور ایران توزیع کنیم ، ارتفاع آب بـه ۶۰۷ کیلومـتر خواهـد رسید ؛ یعنی پس از گذر از جوّ زمین بیش از ۵ برابر آن بیرون جوّ زمین قرار می گیرد .

سالانه ۴۲۰×۱۰^{۱۲} متر مکعب آب از دریاها تبخیر می شود و حدود ۸۰×۱۰^{۱۲} متر مکعب تبخیر نیز از خشکیها انجام می پذیرد و این همه به صورت نزولات جوّی در سطح کرهٔ زمین دوباره ریزش می کنند . حدود ۳۸۰×۱۰^{۱۲} متر مکعب از باران در دریاها ریزش می کند و ۱۲۰×۱۰^{۱۲} متر مکعب روی خشکیها می بارد ؛ ولی این بارش توزیع یکنواخت ندارد و در نقاط مختلف دنیا دارای توزیع نامتناسب است .

در حالی که اگر تمام بارانهای فرود آمده روی کرهٔ زمین را بر مساحتی برابر کشور ایران تقسیم کنیم ، ۷۲ متر بارندگی خواهیم داشت ، متوسط بارندگی در ایران ۰/۴ متر یا ۴۰۰ میلی متر در سال است که این مقدار در نقاط مختلف کشور باز هم با توزیع غیر یکنواختی نازل می شود .

نزولات جوّی به صورت برف یا باران پس از ریزش ، مسیر خود را به سمت مخازن ذخیره انتخاب می کنند . بارانهای شدید ، به خصوص اگر با موانع سطحی ،مانند گیاهان رو به رو نشوند ، سیلاب گونه به سمت نقاط با ارتفاع کمتر حرکت می کنند . قسمت کوچکی از این گونه بارندگی ها جذب زمین می شود . قسمتی بصورت ذخایر یخچالی در قلهٔ کوه ها و دو قطب زمین ذخیره می شود و بقیه به دریاها و باتلاقها می ریزد . بخش کوچکی نیز به منابع زیر زمینی نفوذ می کنند و بقیه مجدداً تبخیر می شوند . در برخی از کشورها از عوارض زمینی برای ذخیرهٔ نزولات جوّی استفاده می کنند و سپس آب ذخیره شده را برای کشاورزی یا شرب به مصرف می رسانند .

آب بدست آمده از رودخانه ها ، سدها ، چاهها ، قناتها و چشمه ها در مسیر خود تا مظهر ، مواد معدنی موجود در مسیر را در خود حل می کنند . وجود این مواد در آب موجب می شود که در نام گذاری آب درجه بندی زیر صورت گیرد :

الف - آب شیرین	جمع املاح تا ۱۰۰۰PPM[۱] املاح
ب - آب لب شور	جمع املاح « ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰
ج - آب لب شور شدید	جمع املاح « ۱۰۰۰۰-۳۵۰۰۰
د - آب دریاها	جمع املاح « > ۳۵۰۰۰PPM

---

[۱] - PPM= Parts Per Million برای بیان مقدار نمک محلول در آب استفاده می شود و عبارت است از مقدار وزن نمک حل شده در یک میلیون قسمت آب . این شاخص که از تقسیم دو مقدار هم واحد به یکدیگر به دست می آید بدون بعد است . تعریف مشابه دیگری وجود دارد که مقدار وزن نمک محلول در یک لیتر آب را شاخص سنجش قرار میدهد و میلی گرم در لیتر نامیده می شود . مقدار عددی بدست آمده برای هر دو نوع سنجش با یکدیگر برابر است .

سازمان بهداشت جهانی حدود مجاز وجود املاح در آب شرب را به صورت جدول(۱-۱) اعلام کرده است :

جدول (۱-۱) حدود مجاز وجود املاح در آب آشامیدنی

املاح	مقدار مجاز(PPM)	حداکثرقابل قبول(PPM)
کربناتها	۳۵۰	۵۰۰
سولفاتها	۲۰۰	۴۰۰
نیتراتها	۳۰	۱۰۰
کلرورها	۲۰۰	۶۰۰
یون کلسیم	۷۵	۲۰۰
جمع املاح	۵۰۰	۱۵۰۰

اگر املاح از انواع دیگری نیز وجود داشته باشند جمعاً باید کمتر از ۱۰PPM باشند .

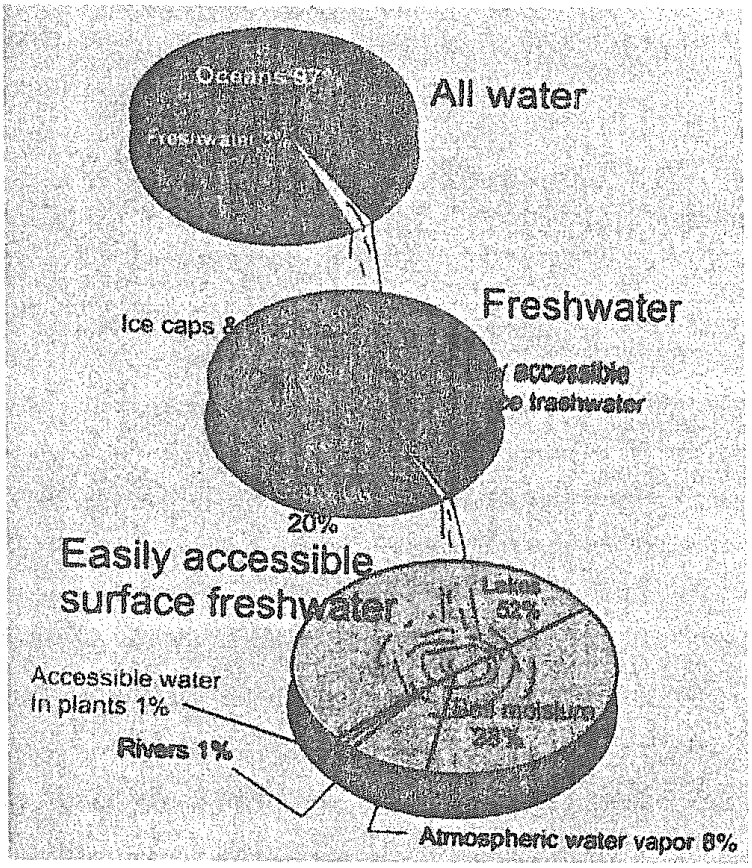
در پیوست ۱ کتاب تعریف جامعی از نمکهای محلول در آب و آثار آنها در بهداشت عمومی و تأسیسات مورد بحث قرار گرفته است . همچنین دانشجویان می توانند به [مرجع ۱۵] مراجعه نمایند .

گزارش شده است که مقدار کربنات کلسیم در آب لوله کشی بعضی از شهرهای ایران به شرح زیر است :

جدول (۱ – ۲) آمار کربنات کلسیم محلول در آب شرب بعضی از شهرها

نام شهر	کربنات کلسیمPPM
تهران	۱۳۵
دماوند	۴۱
کرمان	۱۰۸
تبریز	۱۲۵
شیراز	۳۷۰
اصفهان	۲۷۵

لازم است توجه شود که غلظت املاح آب در طول روزهای سال و همچنین در سالهای مختلف با یکدیگر تفاوت دارند . میزان بارندگی ، وجود گازهای سازنده بارانهای اسیدی که اسیدیته آب را تشکیل می دهند [پیوست ۱] ، میزان برداشت آب از منابع زیر زمینی در تغییر مقدار املاح همراه آب مؤثر هستند . به همین دلیل ممکن است آماری که برای املاح موجود در آب برای شهرهای مختلف در جدول (۱-۲) داده شده است در سالهای بعد صادق نباشند .



شکل (۱-۱) نمود تصویری توزیع آب و آب شرب موجود در جهان

به بیان دیگر این آمار مربوط به زمان مشخصی بوده و املاح موجود در آب با میزان بارندگی ، نوع مسیر آبهای زیر زمینی و چگونگی برداشت آب از آن و عوامل متعدد دیگر تغییر می کند. .

بی مورد نخواهد بود برای روشنتر شدن اهمیت مقدار املاح موجود در آب به کیفیت قابل قبول آب شرب برای چند نوع دام نیز اشاره شود :

جدول(۱ – ۳) کیفیت مجاز آب شرب برای حیوانات

املاح	گاو	مرغ
سولفات	۱۰۰	۳۰
کلرور	۲۵۰	۱۰۰
سختی	۲/۷	۲/۷
جمع املاح	۲۰۰۰	۳۵۰

در ردیف جمع کل املاح ، نمکهایی که در لیست فوق موجود نیستند نیز در نظر گرفته شده اند .