



بهره‌برداری از سامانه‌های کلرزنی و مقابله با حوادث مربوطه

نویسنده:

دکتر سید علیرضا ابراهیم‌زاده زنوزیان



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: ابراهیم‌زاده زوزیان، سیدعلیرضا، ۱۳۵۵
 عنوان و نام پدیدآور: بهره‌برداری از سامانه‌های کلرزی و مقابله با حوادث مربوطه / تالیف سیدعلیرضا
 ابراهیم‌زاده زوزیان
 مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۵
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۴۷-۷
 مشخصات ظاهری: مصور، جدول، نمودار، ۱۶۸ ص.
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
 موضوع: آب--تصفیه—گندزدایی
 موضوع: آب آشامیدنی—تصفیه
 موضوع: عفونت‌زدایی و عفونت‌زدها
 موضوع: Disinfection – Water -- Purification
 موضوع: Purification --Drinking water
 موضوع: Disinfection and disinfectants
 رده‌بندی کنگره: TD۹۱۳۹۵۴۵۹ب۲الف/
 رده‌بندی دیویی: ۶۲۸/۱۶۶۲
 شماره کتابشناسی ملی: ۴۴۴۳۳۰۹

نام کتاب:

بهره‌برداری از سامانه‌های کلرزی و مقابله با حوادث مربوطه

نویسنده: دکتر سید علیرضا ابراهیم‌زاده زوزیان	تاریخ نشر:	پاییز ۹۵
ناشر:	انتشارات آوای قلم	اول
صفحه‌آرایی:	انتشارات آوای قلم	۱۰۰۰ جلد
طراحی روی جلد:	مهندس مهدی خانی	۱۲۰۰۰۰ ریال
	شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۵۴۲-۴۷-۷

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه
 داوود آبادی شرقی - پلاک ۴ - زنگ دوم

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه اینترنتی: www.khaniranshop.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
 متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه‌ی ناشر	۹
مقدمه‌ی شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران	۱۰
پیشگفتار نویسنده	۱۱

فصل اول: کلروکنذردانی آب

۱-۱ تاریخچه	۱۴
۲-۱ تقسیم‌بندی روش‌های گندزدایی آب با دیدگاه محل گندزدایی	۱۸
۳-۱ تقسیم‌بندی روش‌های گندزدایی آب با دیدگاه عامل گندزدایی	۱۹
۴-۱ معرفی سازوکار عملکردی برخی از مواد گندزدا	۲۷

فصل دوم: ویژگی‌ها، روش‌های تولید و کاربردهای کلر

۱-۲ تعریف اصطلاحات علمی	۳۰
۲-۲ ویژگی‌های فیزیکی	۳۲
۳-۲ ویژگی‌های شیمیایی	۳۳
۴-۲ مخاطرات موجود در بهره‌برداری از گاز یا مایع کلر	۳۳
۵-۲ روش‌های تولید کلر	۳۶
۶-۲ کاربردهای کلر	۳۹

فصل سوم: اندازه‌گیری و شناسایی کلر

۱-۳ تعریف غلظت برای کلر	۴۳
۲-۳ سنجش گاز کلر در هوا	۴۳
۳-۳ سنجش غلظت کلر در آب	۴۶
۴-۳ سیستم‌های کنترل تزریق میزان کلر	۴۹

فصل چهارم: انواع سازه‌های کلرزنی آب

۱-۴ انواع سیستم‌های کلرزنی از دیدگاه محل مصرف و نوع آلاینده	۵۷
۲-۴ انواع سیستم‌های کلرزنی از دیدگاه چینش تجهیزات	۵۷

۳-۴ لوله‌گذاری در سامانه‌های کلرزنی ۶۲

فصل پنجم: تجهیزات سازه‌های کلرزنی آب

۱-۵ شیرها ۶۷

۲-۵ تجهیزات خط انتقال گاز پرفشار و انتقال مایع ۷۱

۳-۵ تجهیزات خط خلا و تنظیم‌کننده‌ی میزان تزریق ۷۶

فصل ششم: بهره‌برداری از سازه‌های کلرزنی آب

۱-۶ شیوه‌ی بهره‌برداری استاندارد ۸۵

۲-۶ برنامه‌ی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه ۸۶

۳-۶ تعیین مقدار تزریق ۸۷

۴-۶ تعویض مخازن ۸۸

۵-۶ سرویس و نگهداری تجهیزات کلرزنی ۹۲

۶-۶ جلوگیری از ورود عوامل مخرب ۹۳

۷-۶ اجرای به موقع برنامه‌ی نگهداری پیشگیرانه ۹۳

۸-۶ انتخاب درست تجهیزات ۹۳

فصل هفتم: ارزش‌گذاری‌های باکتر و عوامل موثر بر آن

۱-۷ کیفیت آب خام ۹۶

۲-۷ مفهوم CT ۹۹

فصل هشتم: الزامات انبارش، حل و نقل و ساختن

۱-۸ حمل و نقل کلر ۱۰۶

۲-۸ انبارش مخازن ۱۰۷

۳-۸ ساختمان کلرزنی ۱۰۹

فصل نهم: تشریح حوادث احتمالی و مقابله با آنها

۱-۹ حملات تروریستی ۱۱۶

۲-۹ الزامات حفاظت پیرامونی از سامانه‌های کلرزنی ۱۱۶

۳-۹ مخاطرات موجود ۱۱۷

۴-۹ نحوه‌ی مقابله با حوادث ۱۲۰

فصل دهم: کمک‌های اولیه و مراقبت‌های پزشکی در حوادث کلر

۱-۱۰ تعریف اصطلاحات ۱۲۸

۱۳۱	.....	۲-۱۰ مخاطرات مربوط به سلامتی
۱۳۳	.....	۳-۱۰ کمک‌های اولیه
۱۳۷	.....	۴-۱۰ اجرا و مدیریت پزشکی برای فرد در تماس با کلر (پس از کمک‌های اولیه)
۱۴۱	.....	۵-۱۰ حفاظت و آموزش کارکنان

فصل یازدهم: سالانه‌های تزریق محلول پیکوکلریت

۱۴۴	.....	۱-۱۱ کلسیم هیپوکلریت
۱۴۶	.....	۲-۱۱ محلول سدیم هیپوکلریت
۱۶۰	.....	۳-۱۱ برخورد با شرایط اضطراری در سامانه‌های تزریق سدیم هیپوکلریت
۱۶۴	.....	۴-۱۱ اصول کلی نگهداری و تزریق محلول هیپوکلریت
۱۶۵	.....	فهرست مراجع

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۴ دسته‌بندی شرایط کاری برای لوله‌کشی در تاسیسات کلر	۶۳
جدول ۱-۷ رابطه‌ی عددی لگاریتم غیرفعال‌سازی و درصد غیرفعال‌سازی	۹۷
جدول ۲-۷ افزایش لگاریتم غیرفعال‌سازی ژیاوردیا با افزایش تعداد اولیه‌ی آن	۹۸
جدول ۱-۱۱ گستره‌ی میزان ناخالصی‌های موجود در کلسیم هیپوکلریت تجاری	۱۴۵
جدول ۲-۱۱ واحدهای مختلف غلظت محلول سدیم هیپوکلریت	۱۴۸
جدول ۳-۱۱ ثابت سرعت واکنش تجزیه‌ی سدیم هیپوکلریت	۱۵۵
جدول ۴-۱۱ نقطه‌ی انجماد تقریبی محلول‌های سدیم هیپوکلریت	۱۵۶
جدول ۵-۱۱ تجهیزات ایمنی فردی مورد نیاز در تأسیسات آب ژاول ۳ تا ۲۰ درصد وزنی	۱۶۳

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ نرخ مرگ و میر ناشی از بیماری تیفوئید در شیکاگو ...	۱۷
شکل ۱-۲ نرخ مرگ و میر ناشی از بیماری تیفوئید در کشور آمریکا ...	۱۸
شکل ۱-۲ نمودار تغییر حجم کلر مایع با تغییر دما ...	۳۵
شکل ۲-۲ نمودار تغییر فشار بخار کلر مایع محبوس در مخزن کلر با تغییر دما ...	۳۶
شکل ۳-۲ طرح شماتیک یک سلول غشایی تولید کلر ...	۳۹
شکل ۴-۲ درصد مصرف کلر در صنایع مختلف ...	۴۰
شکل ۱-۳ نمایش روش درست استفاده از محلول آمونیاک برای شناسایی محل نشت ...	۴۶
شکل ۲-۳ اساس روش نورسنجی و قانون بیر- لامبرت ...	۴۸
شکل ۳-۳ کنترل در شرایط کیفیت ثابت و دبی متغیر آب ...	۵۰
شکل ۴-۳ کنترل در شرایط کیفیت ثابت و دبی متغیر آب با دو ورودی آب خام ...	۵۱
شکل ۵-۳ کنترل در شرایط دبی و کیفیت آب متغیر با سنجش قبل از محل تزریق ...	۵۲
شکل ۶-۳ کنترل در شرایط دبی ثابت و کیفیت متغیر آب ...	۵۲
شکل ۷-۳ کنترل در شرایط دبی و کیفیت آب متغیر با سنجش کلر باقی‌مانده بعد از محل تزریق ...	۵۳
شکل ۸-۳ کنترل در شرایط دبی و کیفیت متغیر آب و کلرزنی به مخزن تماسی ...	۵۴
شکل ۱-۴ نمونه‌ای از یک سیستم تمام‌خلا با اتصال مستقیم کلریناتور به شیر خروجی مخزن کلر ...	۵۹
شکل ۲-۴ طرحی از یک سیستم تزریق کلر با برداشت از فاز گاز و دارای خط پرفشار ...	۶۰
شکل ۳-۴ طرح شماتیک سیستم تزریق کلر با برداشت از فاز مایع ...	۶۱
شکل ۱-۵ اجزای یک سامانه‌ی قطع اضطراری ...	۶۸
شکل ۲-۵ نمونه‌ای از یک شیر کمکی ...	۶۹
شکل ۳-۵ وضعیت سوراخ کاهنده‌ی فشار شیر تویی در دو حالت باز و بسته ...	۷۰
شکل ۴-۵ وضعیت سوراخ کاهنده‌ی فشار شیر تویی در حالت بسته و ...	۷۰
شکل ۵-۵ نمونه‌ای از یک تعویض‌کننده‌ی خودکار خلا و محل آن در خط تزریق کلر ...	۷۵
شکل ۶-۵ تعویض‌کننده‌ی الکتریکی خودکار فشاری ...	۷۵
شکل ۷-۵ عملکرد انژکتور بر مبنای معادله‌ی برنولی ...	۷۶
شکل ۸-۵ کلریناتور کابینتی به ظرفیت تزریق ۲۰۰ kg/h کلر و ملحقات آن ...	۷۹
شکل ۹-۵ نمونه‌ای از یک پخش‌کننده‌ی استاندارد و روش نصب آن ...	۸۱
شکل ۱۰-۵ پایه‌ی استاندارد مخازن تنی ...	۸۲
شکل ۱۱-۵ بیم جرثقیل با ابعاد استاندارد برای مخازن تنی کلر ...	۸۲

- شکل ۶-۱ تست نشت کلر با استفاده از بخار آمونیاک ۹۱
- شکل ۶-۲ باز کردن شیر گیر کرده ۹۲
- شکل ۷-۱ تغییر غلظت اجزای کلر آزاد با تغییر pH آب ۹۸
- شکل ۷-۲ درصد اسید هیپوکلرو در دماهای مختلف ۹۹
- شکل ۷-۳ نمونه‌ای از یک جدول CT و روش استفاده از آن ۱۰۱
- شکل ۷-۴ جریان‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل با ضریب تصحیح متفاوت ۱۰۳
- شکل ۷-۵ اصلاح ساختار مخزن برای افزایش کمینه مقدار حجم مخزن ۱۰۴
- شکل ۸-۱ وضعیت قرارگیری مخازن کلر هنگام حمل ۱۰۷
- شکل ۸-۲ وضعیت نگهداری سیلندرهای ایستاده ۱۰۹
- شکل ۸-۳ ویژگی‌های سطح و ارتفاع ساختمان کلرزی ۱۱۱
- شکل ۹-۱ نگهداری غیر استاندارد سیلندرهای ایستاده‌ی کلر در انبار ۱۱۸
- شکل ۱۱-۱ طرح شماتیک قرارگیری مخزن ماهانه‌ی محلول هیپوکلریت ۱۶۵
- شکل ۱۱-۲ اجزای یک سامانه‌ی تزریق محلول هیپوکلریت با استفاده از دوزینگ پمپ ۱۶۶

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

می اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راه‌های تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هرچه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه‌ی مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود. جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها، انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گام‌های مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه‌ی اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنمایی‌های شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد؛ لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنمایی‌های شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آن‌ها برخوردار بوده‌ام به خصوص آقای دکتر سید علیرضا ابراهیم‌زاده زنونیان (نویسنده) و مهندس علی‌محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

مقدمه‌ی شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران

شاید بزرگ‌ترین چالش تمدن بشری در طول تاریخ، بروز و شیوع گاه و بیگاه بیماری‌هایی بوده است که از طریق منابع آلوده‌ی آب و ایجاد همه‌گیری‌های گسترده جان میلیون‌ها نفر را گرفته است. یکی از فرآیندهایی که توانست این نوع همه‌گیری‌ها را کنترل و آثار آن را ریشه‌کن کند فرآیند گندزدایی و به ویژه کلرزنی آب بود. در واقع کلرزنی به عنوان بخشی از فرآیند تصفیه‌ی آب می‌تواند بسیاری از عوامل بیماری‌زای زیستی موجود در آب، اعم از باکتری‌ها، ویروس‌ها و ... را حذف یا غیر فعال نماید و همچنین از رشد مجدد آنها در شبکه‌ی توزیع نیز جلوگیری کند.

در سال‌های اخیر و به ویژه با گسترش جمعیت کشور بهره‌برداری از کلر و اجرای فرآیند کلرزنی آب به لحاظ قابل اطمینان بودن در هر دو جنبه‌ی کارایی و ایمنی و همچنین مقابله‌ی موثر با حوادث احتمالی اهمیت بیشتری یافته که خود الزام تدوین و بهره‌مندی از منابع اطلاعاتی جدید را به دنبال داشته است. از این رو شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌ی کلر در صنعت تامین آب آشامیدنی بهداشتی در کشور، همواره تلاش نموده است با انتشار کتاب یا دستورالعمل‌های مختلف در زمینه‌ی کلرزنی آب، دانش و تجربیات خود، که همه مبتنی بر استانداردهای روز جهانی هستند، را در اختیار همه‌ی افراد مرتبط یا علاقمند به فرآیندهای گندزدایی آب قرار دهد.

کتاب "بهره‌برداری از سامانه‌های کلرزنی و مقابله با حوادث مربوطه" کتاب دوم از سری کتاب‌هایی است که توسط کارشناسان شرکت تامین تصفیه و در زمینه‌ی کلرزنی آب آشامیدنی منتشر می‌شود. این شرکت امیدوار است انتشار این کتاب، ارتقای کارایی فرآیند کلرزنی و همچنین ارتقای وضعیت ایمنی تاسیسات کلرزنی در همه‌ی صنایع مرتبط با تامین آب بهداشتی نظیر شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی و دیگر تامین‌کنندگان آب در زیرمجموعه‌های دولتی یا خصوصی را به دنبال داشته باشد.

عزیز عالی نژاد

رئیس هیات مدیره و مدیر عامل

شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران

تقدیم به

همسر و فرزندم

به پاس افق سبز روشنی که بر زندگی ام بخشیدند

پیشگفتار نویسنده

آب پاک، این گواراترین هدیه‌ی خداوند، مایه‌ی حیات انسان و اساس ایجاد و گسترش تمدن بشری است به طوری که بزرگترین جوامع بشری دنیا همواره در کنار بزرگترین منابع آب پایه‌گذاری شده‌اند. در سده‌های اخیر و با افزایش جمعیت بشر از یک سو و گسترش دانش و تکنولوژی از سوی دیگر، صنعت تامین، تصفیه و توزیع آب آشامیدنی بهداشتی ایجاد و گسترش یافته است. در ادامه‌ی گسترش این صنعت و به ویژه پس از مشخص شدن تاثیر وجود ریزپاخته‌هایی که در آب زندگی می‌کنند در ایجاد و همه‌گیری برخی بیماری‌ها، فرآیند گندزدایی آب نیز به زلال‌سازی و فیلتر کردن آب افزوده شد تا از غیر فعال شدن عوامل زیستی بیماری‌زای آب نیز اطمینان حاصل شود. در میان فرآیندهای مختلف فیزیکی یا شیمیایی گندزدایی، تزریق کنترل شده‌ی گاز کلر به آب گسترده‌ترین روش گندزدایی آب در دنیا است که با توجه به قدمت استفاده از آن تقریباً همه‌ی جنبه‌های فنی آن شناخته شده و اتفاقاً مقرون به صرفه‌ترین روش گندزدایی نیز است.

آنچه در کلرزی آب اهمیت بسیار دارد بهره‌برداری ایمن و کارا از سامانه‌های کلرزی است تا در عین کنترل مخاطرات گاز کلر، از تامین پایدار آب بهداشتی اطمینان حاصل شود به ویژه اینکه با افزایش جمعیت هم ظرفیت ایستگاه‌های کلرزی بیشتر شده است و هم مراکز جمعیتی به این ایستگاه‌ها نزدیک‌تر شده‌اند و به این ترتیب هر نوع اختلال در کارایی یا ایمنی سامانه‌های کلرزی می‌تواند جمعیت عظیمی را تحت تاثیر قرار دهد. در کشور ما یکی از مواردی که می‌تواند کارایی و ایمنی سامانه‌های کلرزی را با اختلال مواجه کند نبود مراجع کاربردی و مبتنی بر استانداردهای به‌روز بین‌المللی به زبان فارسی و در عین حال هم‌خوان با شرایط سامانه‌های کلرزی کشور است. به این ترتیب پرسنل مرتبط با سامانه‌های کلرزی در ابتدای کار به جای فراگیری فرآیندهای استاندارد و بهره‌مندی از دوره‌های آموزشی کارا با داده‌هایی گاه کاملاً غیر علمی به عنوان تجربه‌های کاری همکاران با سابقه‌تر مواجه می‌شوند که می‌تواند اشتباه‌های کاری جبران ناپذیری به دنبال داشته باشد. کتاب "بهره‌برداری از سامانه‌های کلرزی و مقابله با حوادث مربوطه" با هدف رفع کمبود پیش‌گفته و معرفی مرجعی استاندارد برای همه‌ی علاقمندان به فرآیند کلرزی آب در همه‌ی سطوح

کاری و تخصصی تالیف شده است. رویکرد تالیف کتاب بیان ساده، روان و کاربردی مسائل فنی برای پرسنلی است که به تازگی وارد صنعت گندزدایی آب شده‌اند یا به عنوان دانشجو یا صنعتگر به این فرآیند علاقه‌مند هستند. در عین حال بخش‌های تخصصی‌تر نیز در کتاب گنجانده شده‌اند تا کارشناسان باسابقه‌ی این صنعت نیز با بهره‌مندی از آنها بتوانند سطح فنی و ایمنی سامانه‌های کلرزنی را ارتقا بخشند. ویژگی خاص این کتاب این است که در عین کاربردی بودن هر یک از مطالب کتاب، هر مورد مبتنی بر چند مرجع و استاندارد معتبر و به‌روز بین‌المللی است که البته کارایی و درستی آن نیز به طور تجربی اثبات شده است. همچنین با توجه به اینکه پیش‌نویس کتاب سال‌ها به عنوان جزوه‌ی دوره‌های مرتبط با کلرزنی مورد استفاده‌ی مولف بوده است بازخورد آموزشی آن نیز در ارائه‌ی نسخه‌ی نهایی کتاب مورد توجه قرار گرفته است.

در بهره‌گیری از این کتاب باید توجه شود که هرچند کتاب مبتنی بر استانداردهایی است که درستی آنها برای نویسندگان اثبات شده است اما در مجموع که این کتاب صرفاً نقش یک چارچوب و راهنمای کلی را به عهده داشته که با مطالعه‌ی دیگر منابع علمی معتبر تکمیل می‌شود و مندرجات آن موجب ایجاد مسئولیتی جهت پدید آورنده و ناشر و یا ایجاد حقی جهت خواننده نمی‌گردد. همچنین بهره‌گیری از تصویر تجهیزات صرفاً جهت تشریح و آشنایی بیشتر با تجهیز مورد نظر بوده و به منزله‌ی تأیید مارک یا مشخصات فنی تجهیز نمایش داده شده در تصویر و یا عدم تأیید مارک‌های دیگر نیست. بخش عمده‌ی تجربیاتی که پایه‌ی نگارش این کتاب است حاصل اعتماد شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران در سپردن مسئولیت کار در قسمت کلرزنی و عضویت در کمیته‌ی تخصصی گاز کلر و ایمنی این شرکت به من بوده است، از این رو به عنوان نویسنده بر خود لازم می‌بینم از مدیریت این شرکت و همکاران و همراهانم در قسمت کلرزنی امور آبرسانی جنوب تهران و همچنین اعضای محترم کمیته‌ی تخصصی گاز کلر و ایمنی قدردانی نمایم. به ویژه سپاسگزار همیشگی زحمات یکی از اولین معلمانم در قسمت کلرزنی و همکار عزیزم مرحوم محمد میلانی فر هستیم.

در ادامه از همه‌ی عزیزانی که من را در انتشار این کتاب یاری رساندند از جمله سرکار خانم مهدیه فرشباف حقرو به عنوان ویراستار نگارشی این کتاب و همکارانم در معاونت برنامه‌ریزی و دفتر پژوهش و بهبود مدیریت شرکت تامین و تصفیه آب و فاضلاب تهران، به عنوان فراهم‌کننده‌ی تسهیلات انتشار کتاب تشکر و قدردانی می‌نمایم.

سید علیرضا ابراهیم‌زاده زنوزیان