

به نام خداوند جان و خرد

راهنمای تزریق مواد شیمیایی در واحد

برای کارورهای تصفیه خانه

نوشته:

ویلیام سی لایور، مایکل جی بارسوتی و دیوید کی هاردی

مترجم:

مهندس

محمد رضا حامد غفاریان

انتشارات انجمن خوردگی ایران

بهار ۱۳۹۷

سرشناسه	:	حامدغفاریان، محمدرضا، ۱۳۶۴
عنوان و نام پدیدآور	:	راهنمای تزریق مواد شیمیایی در واحد برای کارورهای تصفیه خانه / مؤلفین: ویلیام سی لاوریر، مایکل جی بارسوتی و دیوید کی هاردی؛ مترجم: محمدرضا حامدغفاریان
مشخصات نشر	:	تهران: انجمن خوردگی ایران، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۱۷۶ صفحه، مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۵۸۳-۵۰-۲
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه
یادداشت	:	عنوان اصلی: Chemical Feed Field Guide For Treatment Plant Operators
موضوع	:	شیمیایی - تصفیه خانه
شناسه افزوده	:	William, C. Lauer, Michael G. Barsotti, and David K. Hardy
شناسه افزوده	:	حامدغفاریان، محمدرضا
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۲۰۰۶۴۷



نام کتاب	:	راهنمای تزریق مواد شیمیایی در واحد برای کارورهای تصفیه خانه
نویسنده	:	ویلیام سی لاوریر، مایکل جی بارسوتی و دیوید کی هاردی
مترجم	:	مهندس محمدرضا حامدغفاریان
ویراستار	:	نقیسه ذکری
ناشر	:	انجمن خوردگی ایران
چاپ اول	:	بهار، ۱۳۹۷
شمارگان	:	جلد ۵۰۰
قطع و شمارگان صفحات	:	وزیری، ۱۷۶ صفحه
قیمت	:	۳۰۰/۰۰۰ ریال (تغییر قیمت کتاب به هر عنوان غیرمجاز می باشد)

شابک: ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۵۵۸۳ - ۵۰ - ۲

تمامی حقوق محفوظ و متعلق به ناشر و صاحب اثر می باشد

نشانی ناشر: تهران، خیابان انقلاب، میدان فردوسی، خیابان شهید عباس موسوی (فرست)، خیابان

بهبهان، پلاک ۱۱، طبقه ۲، تلفن: ۸-۸۸۳۴۴۲۸۷، دورنگار: ۸۸۲۷۳۳۴

(برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد چاپ کتاب با انتشارات انجمن تماس حاصل نمایید)

فهرست محتویات

عنوان	شماره صفحه
فهرست شکل ها	۸
فهرست جدول ها	۱۰
درباره نویسندگان	۱۱
پیشگفتار	۱۳
سپاسگزاری	۱۵
یادداشت مترجم	۱۷
سخن ناشر	۲۰
یادداشت مهندس مهدی داودی	۲۱
فصل ۱ – واپایش کیفیت تزریق مواد شیمیایی	۲۳
واپایش کیفیت موجب اطمینان از کیفیت می شود	۲۳
انتخاب ماده شیمیایی و تعیین مقدار تزریق آن	۲۵
مشخصه های خرید یک ماده شیمیایی	۲۷
ملاحظات انبارداری تزریق مواد شیمیایی را تحت تأثیر قرار می دهد	۳۲
واسنجی یا سنجش عملکرد تجهیزات تزریق	۳۲
تنظیم نرخ تزریق و دقت تجهیزات	۳۳
واپایش موجودی مواد شیمیایی	۳۶
اختلاط و افزودن مواد شیمیایی در/به سامانه	۳۶
نقاط تزریق مواد شیمیایی و زمان بندی	۳۶
واپایش کیفیت در هر مرحله	۳۷
فصل ۲ – تزریق ماده شیمیایی – اجزای رایج در سامانه	۳۹
انتقال	۳۹
پخش شدن مواد شیمیایی	۴۳
واپایش مقدار تزریق	۴۷
فصل ۳ – تزریق مواد شیمیایی گازی – تجهیزات و سامانه ها	۵۳
جزئیات مواد شیمیایی	۵۳
کارکردن با مواد شیمیایی گازی و تزریق کردن آنها	۵۷

۵۸	تزریق کننده های مواد شیمیایی
۶۰	سامانه های تزریق گاز
۶۶	تزریق گازها در تصفیه آب
۶۷	فصل ۴ - تزریق مواد شیمیایی گازی - محاسبات و مثال ها
۶۷	تزریق مستقیم گاز به جریان آب
۷۰	محاسبات تزریق اوزون
۷۰	مثال های محاسباتی برای سامانه خوراک دهی با اکسیژن
۷۱	مثال های محاسباتی برای سامانه خوراک دهی با هوا
۷۲	محاسبات تزریق کلردی اکسید
۷۴	فرمول های محاسبه تزریق کلر و سدیم کلریت
۸۱	فصل ۵ - سامانه ها و تزریق کننده های مواد شیمیایی خشک
۸۴	ذخیره و جابجایی مواد شیمیایی
۸۵	تزریق کننده های مواد شیمیایی
۸۸	ابزارهای واسنجی
۹۰	سامانه های محلول
۹۳	فصل ۶ - تزریق مواد شیمیایی خشک - محاسبات و مثال ها
۹۳	محاسبات تزریق مواد شیمیایی قدرت کامل (خالص)
۹۴	محاسبات تزریق مواد شیمیایی با درصد فعال مشخص
۹۶	تهیه محلول با استفاده از مواد شیمیایی خشک: محاسبات تهیه محلول به صورت ناپیوسته
۹۷	مصرف مواد شیمیایی و واپایش موجودی
۱۰۱	فصل ۷ - سامانه ها و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی مایع
۱۰۲	دریافت و ذخیره سازی مواد شیمیایی
۱۰۳	تجهیزات تزریق مواد شیمیایی مایع
۱۰۷	سامانه های تزریق مواد شیمیایی مایع
۱۰۹	سامانه های تولید هیپوکلریت در واحد و تزریق آن
۱۱۱	سامانه های تزریق بَسپار

عنوان	شماره صفحه
واسنجی پمپ تزریق	۱۱۵
تزریق مواد شیمیایی مایع در تصفیه آب	۱۲۰
فصل ۸ – تزریق مواد شیمیایی مایع – محاسبات و مثال‌ها	۱۲۱
محاسبات تزریق مستقیم	۱۲۱
محاسبات تزریق مواد شیمیایی رقیق شده	۱۲۳
روابط چگالی و وزن مخصوص	۱۲۵
مثال‌های محاسبه نرخ تزریق مواد شیمیایی	۱۲۷
محاسباتی که با واحدهای متفاوت شروع می‌شوند	۱۲۸
مدیریت موجودی برای مواد شیمیایی مایع	۱۲۹
تزریق مواد شیمیایی در سامانه‌های دارای مخزن رقیق‌سازی (سامانه‌های دو مخزنی)	۱۳۲
پیوست آ – مشخصات مواد شیمیایی با زبان مثال	۱۳۵
پیوست ب – ضریب‌های تبدیل	۱۳۹
تبدیل‌های واحدهای متعارف سامانه مهندسی آمریکایی	۱۳۹
تبدیل واحدهای سامانه مهندسی متریک	۱۴۴
پیوست پ – جدول‌های چگالی برای مواد شیمیایی مایع رایج	۱۴۹
پیوست ت – به دست آوردن فرمول‌های محاسباتی	۱۵۹
فرمول‌های تزریق مواد شیمیایی گازی	۱۵۹
فرمول‌های تزریق مواد شیمیایی خشک	۱۶۴
فرمول‌های تزریق مواد شیمیایی مایع	۱۶۵
پیوست ث (جرم اتمی عناصر	۱۶۹
منابع	۱۷۵

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: یک واحد تصفیه آب متعارف با چند نمونه نقطه تزریق مواد شیمیایی
- شکل ۲-۱: ایستگاه پرمودن ماده شیمیایی که قفل شده است
- شکل ۳-۱: روش خواندن چگال سنج
- شکل ۴-۱: نمودار واسنجی برای تزریق کننده مواد شیمیایی
- شکل ۱-۲: سامانه تزریق مواد شیمیایی، اجزای رایج
- شکل ۲-۲: سامانه تزریق گرانشی مواد شیمیایی مایع
- شکل ۳-۲: سامانه تزریق مواد شیمیایی مایع با استفاده از آب رقیق کننده
- شکل ۴-۲: پرانه ونتوری
- شکل ۵-۲: دیفیوزر لوله‌ای سوراخ‌دار
- شکل ۶-۲: دیفیوزر لوله‌ای ساده که از PVC با شماره لوله ۸۰ ساخته شده است
- شکل ۷-۲: دیفیوزر کانال باز
- شکل ۸-۲: مخلوط کننده مکانیکی چند تیغه‌ای
- شکل ۹-۲: مخلوط کننده مکانیکی درون - جریانی
- شکل ۱۰-۲: مخلوط کننده مکانیکی تک تیغه‌ای
- شکل ۱۱-۲: انواع مخلوط کننده‌های مواد شیمیایی: الف) دیفیوزر پمپی، ب) ایستا، ج) ونتوری
- شکل ۱۲-۲: نمایشگرهای واپایش SCADA رایانه‌ای
- شکل ۱۳-۲: مرکز واپایشی بزرگ برای سرویس‌های عمومی آب شهری
- شکل ۱۴-۲: سامانه واپایشی حساس به جریان (واپایش پیش‌خورد)
- شکل ۱۵-۲: تجزیه‌گر جریان سنج مایکرو TSCM
- شکل ۱-۳: نمونه‌ای از اتصالات سیلندر کلر
- شکل ۲-۳: اتاقک کلرزی
- شکل ۳-۳: روتامتر بزرگ‌نمایی شده
- شکل ۴-۳: سامانه کلرزی سیلندر ۱۵۰ lb
- شکل ۳-۵: کلرزن نصب شده بر سیلندر
- شکل ۶-۳: سامانه کلرزی برای چاه
- شکل ۷-۳: سامانه سوئیچ تمام خودکار نصب شده بر سیلندر
- شکل ۸-۳: اتاق ذخیره‌سازی و تزریق کلر
- شکل ۹-۳: اوزون‌ساز

- شکل ۳-۱۰: سامانه اوزون
- شکل ۳-۱۱: سامانه تولید کلردی اکسید: گاز کلر/محلول کلریت
- شکل ۵-۱: سامانه تزریق ماده شیمیایی خشک
- شکل ۵-۲: یک نمونه سامانه تزریق آهک زنده
- شکل ۵-۳: مخزن ذخیره مواد شیمیایی خشک
- شکل ۵-۴: مخزن ته‌قیفی پرمگنات
- شکل ۵-۵: تزریق‌کننده حجمی
- شکل ۵-۶: تزریق‌کننده گرانشی
- شکل ۵-۷: نمودار واسنجی (مثال ۵-۱)
- شکل ۵-۸: سامانه محلول‌کننده ماده شیمیایی خشک (بسیار)
- شکل ۷-۱: نمونه‌ای از سامانه تزریق مواد شیمیایی مایع
- شکل ۷-۲: مقایسه دبی پمپ تزریق مواد شیمیایی با پمپ مرکزگریز
- شکل ۷-۳: پمپ پیستونی
- شکل ۷-۴: پمپ دیافراگمی
- شکل ۷-۵: پمپ دنده‌ای
- شکل ۷-۶: یک پمپ تزریق مواد شیمیایی نصب شده با میراگر
- شکل ۷-۷: سامانه‌های تزریق مواد شیمیایی مایع
- شکل ۷-۸: مخزن رقیق‌سازی مواد شیمیایی
- شکل ۷-۹: سامانه تولید هیپوکلریت در واحد
- شکل ۷-۱۰: سامانه تولید هیپوکلریت در واحد
- شکل ۷-۱۱: نصب محفظه واسنجی برای پمپ تزریق
- شکل ۷-۱۲: واسنجی یک پمپ تزریق
- شکل ۷-۱۳: پمپ تزریق با محفظه واسنجی
- شکل ۷-۱۴: نمودار واسنجی پمپ آلوم
- شکل ۸-۱: مصرف کم شده ماده شیمیایی از ذخیره (مثال)

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱: مواد شیمیایی رایج در تصفیه آب
- جدول ۱-۲: نمونه‌هایی از وزن‌های مخصوص برای مواد شیمیایی رایج
- جدول ۱-۳: مواد شیمیایی رایج در تصفیه آب به همراه موارد ذخیره‌سازی آن‌ها
- جدول ۱-۳: گازهای رایج استفاده شده در تصفیه آب
- جدول ۱-۴: تبدیل‌های دبی جریان
- جدول ۲-۴: تبدیل‌های نرخ تزریق
- جدول ۳-۴: تزریق کلردی‌اکسید (برای مقدار تزریق ۱ mg/L)
- جدول ۱-۵: مواد شیمیایی خشک رایج که در تصفیه آب مورد استفاده هستند
- جدول ۱-۵: مواد شیمیایی خشک رایج که در تصفیه آب مورد استفاده هستند (ادامه)
- جدول ۲-۵: نتایج واسنجی (مثال ۱-۵)
- جدول ۱-۶: مقادیر ماده شیمیایی خشک (lb) برای تهیه محلول‌ها
- جدول ۲-۶: مقادیر ماده شیمیایی خشک (kg) برای تهیه محلول‌ها
- جدول ۳-۶: مقدار سفارش‌گذاری در حداقل موجودی - روزهای باقیمانده تا رسیدن موجودی به مقدار مقرر
- جدول ۱-۷: مواد شیمیایی مایع و رایج مورد استفاده در تصفیه آب
- جدول ۲-۷: مواد شیمیایی مایع در تصفیه آب - ملاحظات ویژه ذخیره‌سازی
- جدول ۳-۷: تبدیل واحد نرخ پمپاژ
- جدول ۱-۸: ضریب‌های تبدیل برای واحدهای رایج نرخ تزریق
- جدول ۲-۸: ضریب‌های تبدیل مصرف روزانه مواد شیمیایی
- جدول ۳-۸: مصرف ماده شیمیایی مایع و کم شدن از موجودی انبار
- جدول پ-۱: ویژگی‌های آلوم مایع
- جدول پ-۲: چگالی و وزن معادل محلول‌های استاندارد آلوم
- جدول پ-۳: اصلاحات دما برای محلول‌های استاندارد آلوم (وزن مخصوص بالای ۱/۲۸)
- جدول پ-۴: جدول وزن مخصوص سدیم هیپوکلریت
- جدول پ-۵: نمودار درصد هیدروفلوئوسیلیسیک اسید بر حسب چگالی در دمای ۶۰ °C
- جدول پ-۶: چگالی محلول کاستیک سودای خالص (بدون نمک) با احاد حجمی در دمای ۲۰ °C
- جدول پ-۷: وزن‌های مخصوص، نقاط جوش، و نقاط انجماد برای محلول‌های مختلف آمونیاک
- جدول ت-۱: مثالی از برگ محاسباتی مقدار تزریق اوزون: خوراک اکسیژن
- جدول ت-۲: مثالی از برگ محاسباتی مقدار تزریق اوزون: خوراک هوا

درباره نویسندگان

ویلیام سی لاویر^۱

ویلیام سی لاویر مهندس ارشد خدمات فنی در انجمن کارهای آبی آمریکا^۲ (AWWA) است. آقای لاویر نویسنده و ویراستار بیش از ۱۲ کتاب و ۵۰ مقاله و نوشته فنی است. در آثار او تمامی جنبه‌های صنعت آب آشامیدنی شامل کیفیت آب، تصفیه، استفاده مجدد، عملیات سامانه توزیع، مدیریت، و نمک‌زدایی پوشش داده شده است. او یک فرد حرفه‌ای و فنی شناخته شده در زمینه راهبری واحد است و تا به حال به ناسا^۳، آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا^۴ و دولت سنگاپور مشاوره داده است. در طول بیش از ۳۰ سال فعالیت خود در زمینه تأمین آب آشامیدنی؛ او همچنین در چندین پروژه بزرگ طراحی مهندسی، ساخت و بسیاری پروژه‌های دیگر مشاوره فنی ارائه نموده است.

مایکل جی بارسوتی^۵

مایکل جی بارسوتی مدیر تولید و واپایش کیفیت آب در منطقه کامپلین واتر در شمال غربی ورمونت^۶ است. آقای بارسوتی چندین مقاله پیرامون بهینه‌سازی تجهیزات تصفیه آب نوشته است و عضو فعال برنامه آب ایمن^۷ و کمیته صافی در نیوانگلند^۸ AWWA است. به علاوه آقای بارسوتی چندین سال به عنوان قانون‌گذار ایالتی فعالیت کرده است. او بیش از ۲۲ سال تجربه در عملیات واحد تصفیه آب آشامیدنی و مدیریت کیفیت آب دارد.

دیوید کی هاردی^۹

دیوید کی هاردی مدیر واحد تصفیه یوتا والی^{۱۰} است که زیر مجموعه کمیسیون منطقه‌ای یوتای مرکزی می‌باشد. دیوید از سال ۱۹۸۵ درگیر عملیات واحدهای تصفیه آب بوده است. او ۱۲ سال به عنوان کارور واحد فعالیت داشته و ۱۱ سال اخیر مدیر تصفیه‌خانه آب بوده است. وی معتقد است که مهمترین وجه شخصیت او این است که یک "کارور" بوده و گهگاه به واحد سرمی‌زند و کاروری می‌کند تا "ریشه‌هایش را آبیاری نماید". توانایی‌های مهم او دانش مناسب در زمینه واپایش فرایند و بهینه‌سازی واحدهای تصفیه هستند. تصفیه‌خانه یوتا والی و کارکنان آن برای مشارکت در فاز ۵ پروژه آب ایمن جایزه لیاقت دریافت کرده‌اند.

1 - William C. Lauer

2 - American Water Works Association (AWWA)

3 - National Aeronautics and Space Administration

4 - US Environmental Protection Agency (USEPA)

5 - Michael G. Barsotti

6 - Champlain Water District/Northwest Vermont

7 - Safe Water Program (AWWA)

8 - New England Water Works Filtration Committee

9 - David K. Hardy

10 - Utah Valley

پیشگفتار

این کتاب راهنمای کاروری برای تزریق مواد شیمیایی در واحدهای تصفیه‌خانه، یکی از مجموعه "راهنمای واحد"هایی است که توسط انجمن کارهای آبی آمریکا به چاپ رسیده است. هدف این بوده است که این کتاب‌ها در ضمن کوچک بودن، کاربردی نیز باشند؛ طوری که بر موضوع‌های مهم تصفیه آب آشامیدنی تمرکز شود تا کارورهای (کارکنان بهره‌برداری) تصفیه‌خانه‌ها بتوانند پرسش‌هایی را که هر روز با آن‌ها روبرو هستند در این کتاب‌ها بیابند. این مجموعه کتاب‌های راهنمای واحد از بیشتر تئوری‌ها و پیش زمینه‌های موجود پیرامون روش‌های استاندارد عملیاتی چشم‌پوشی کرده‌اند. اطلاعات پایه‌ای و تئوری‌های موجود در دیگر انتشار یافته‌های AWWA قابل دسترسی بوده و در بخش مراجع آورده شده‌اند.

این کتاب راهنمای واحدهای تصفیه‌خانه، به مانند دیگر کتاب‌های این مجموعه اطلاعات مورد نیاز برای کار را در اختیار کارور قرار می‌دهد. وجود جدول‌های مفید و مثال‌های آسان به کارورهای حاضر در تصفیه‌خانه کمک می‌کند تا روش‌های تزریق مواد شیمیایی را، که در اسناد راهبری و دستورنامه‌های واحد آمده‌اند، به خوبی شناخته و به اجرا درآورند. کتاب راهنمای واحد مستقیم به سراغ نقطه مورد نظر رفته و اطلاعات مورد نیاز برای روش‌هایی را ارائه می‌دهد که بیشتر رایج هستند. این رویکرد به کارور کمک می‌کند که اطلاعات مورد نیاز خود را بدون پیچیدگی‌های غیرضروری به دست آورد.

چندین نکته ویژه در کتاب وجود دارد، مواردی مانند "نکته کاروری" و "راهنمای جدول" برای یادآور شدن برخی نکات مهم و چگونگی استفاده از برخی جدول‌ها هستند. همچنین بسیاری "فرمول" شماره‌گذاری شده در کتاب وجود دارد که هر یک برای محاسبه عددی خاص آورده شده‌اند.

نکته کاروری

نکته‌های کاروری موارد مهم موجود در متن را به صورت برجسته ارائه می‌کنند.

راهنمای جدول

نشان می‌دهند که چطور باید از جداول پیچیده‌تر استفاده شود.

فرمول‌ها به شکل زیر در سرتاسر کتاب آمده‌اند. در پیوست ت نشان داده شده است که ثوابت موجود در فرمول‌ها از کجا آورده شده‌اند.

قرارگیری مقادیر معلوم و مورد نیاز برای انجام محاسبات $\times$ ثابت = نتیجه محاسبات و واحدهای اندازه‌گیری

اختلاف در کیفیت آب‌های دریافتی و فرایندهای تصفیه؛ تعیین‌کننده واپایش بهینه تصفیه با مواد شیمیایی در یک موقعیت مکانی مشخص خواهد بود. تزریق دقیق مواد شیمیایی به آب در تولید آب آشامیدنی با کیفیت بالا بسیار با اهمیت است. نویسندگان امیدوارند این اطلاعات یاری‌بخش بوده و در تکمیل فرایند خودآموزی مفید واقع شوند. همچنین امید است این کتاب همراهی جدانشدنی برای کارورهای واحدهای تصفیه‌خانه آب باشد.

ویلیام سی لاویر
مایکل جی بارسوتی
دیوید کی هاردی

سپاسگزاری

نویسندگان از بازخوانی افرادی که در زیر نام آن‌ها می‌آید سپاسگزاری می‌نمایند. در کتاب حاضر از تجارب ایشان به منظور ارتقای سطح فنی به خوبی استفاده شده است.

William Soucie, Central Lake County Joint Action Water Agency, Lake Bluff, Ill.

David Tuck, Greenwood Commissioners of Public Works, Greenwood, S.C.

توصیه‌های ویژه‌ای از کروین راکنس^۱ پیرامون محاسبات تزریق اوزون دریافت شد. همچنین پیشنهادها و توضیحاتی درباره تزریق کلردی‌اکسید توسط کوین کرتیگ^۲ و گرانت جونز^۳ ارائه شد. در پایان از بخش انتشارات AWWA تشکر می‌کنیم، در این کتاب ویراستارهای حرفه‌ای ما مارتا ریپلی گری^۴ و ملیسا ولنتاین^۵ بودند که سطح کیفی کتاب حاضر را ارتقا دادند.

1 - Kerwin Rakness (Process Applications Incorporated)

2 - Kevin Gertig

3 - Grant Jones

4 - Martha Ripley Gary

5 - Melissa Valentine

یادداشت مترجم

شناسایی، خرید و مصرف مواد شیمیایی در واحدهای صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شناسایی علمی مواد شیمیایی مورد استفاده در یک سامانه تصفیه، و پیروی نکردن از موارد مشابه در دیگر صنایع می‌تواند کمک مهمی به یک صنعت باشد. همچنین خرید درست و بر پایه دستورنامه‌های مدون داخلی آن صنعت و منطبق بر مقررات بین‌المللی موجب صرفه‌جویی‌های چشمگیری در وقت و هزینه فرایندهای تولیدی بوده و از بسیاری آسیب‌ها جلوگیری خواهد کرد. مصرف مواد شیمیایی نیز سومین رأس مثلث مدیریت مؤثر مواد شیمیایی در یک صنعت بزرگ است. این شاید مهمترین بخشی باشد که تمامی هزینه‌های یک واحد فرایندی را از نظر مصرف مواد شیمیایی واپایش می‌کند.

یکی از دلایل مهم وارد شدن آسیب‌های سنگین به اقتصاد صنایع فرایندی، و همچنین ایجاد توقفات ناخواسته در تولید (ناشی از تولید محصول نامنطبق و یا تخریب بخشی از تجهیزات به دلایلی مانند خوردگی و غیره)؛ نداشتن توجه کافی به مصرف درست و به اندازه مواد شیمیایی در فرایندهای تولیدی است. با وجود آموزش‌های فراوان، منابع پرشمار در دسترس و متخصصان کارآزموده، هنوز واپایش مصرف به صورت یک موضوع نهادینه در نیامده است.

در طول یک دهه کار تخصصی در زمینه انتخاب مواد شیمیایی و ارائه نمودن دستورنامه‌های مورد نیاز برای مصرف آن‌ها در واحدهای فرایندی، نبودن یک رویه فراگیر برای واپایش مصرف مواد شیمیایی در فرایندهای مختلف همیشه به چشم می‌خورد. نظر من در این باره با نگرداشت رویدادهای شگرفی است که در این سال‌ها در گستره‌ای از مهم‌ترین صنایع انرژی با آن‌ها مواجه بوده‌ام و به بنا بر اخلاق حرفه‌ای مهندسی امکان بازگو نمودن آن‌ها به هیچ عنوان وجود نخواهد داشت. اما یک نتیجه‌گیری فراگیر از مجموعه تجربه‌های تلخ سال‌های گذشته عبارت است از: نبود فرهنگ محاسبه و یادداشت‌برداری مؤثر در حیطه کاروری و پس از آن نبود روایت‌هایی درست از وظایف گروه‌های درگیر در زمینه مدیریت مواد شیمیایی در بیشتر صنایعی که با آن‌ها سروکار داشته‌ام.

کتاب حاضر برگردانی از کتابی با همین نام از سری آموزش‌های کاروری تصفیه‌خانه‌های آب است که توسط انتشارات انجمن کارهای آبی آمریکا به چاپ رسیده است. نویسندگان آن همگی مهندسان حرفه‌ای در حیطه فرایندهای تصفیه آب بوده و در حال حاضر مهندسان مشاور ارشد و مدیران تصفیه‌خانه‌هایی مهم در ایالات متحده آمریکا هستند. گنجاندن تجربیات سال‌های کاروری و طراحی مهندسی خود نویسندگان کتاب را بیش از پیش برای کارورها جذاب می‌نماید. سراسر این کتاب با جداول و نمودارهای بسیار مفید پوشیده شده است. تقریباً برای معرفی هر سامانه یک تصویر آورده شده و نزدیکی ذهنی خوبی برای خواننده ایجاد شده است.

همچنین کتاب دارای مطالب بسیار مهمی پیرامون انتخاب و مدیریت مصرف مواد شیمیایی و نیز نوشتن توافق‌نامه‌های خرید مواد شیمیایی از تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان است. آموختن این نوشتارها می‌تواند برای مهندسان فرایند بسیار مفید بوده و از بسیاری سردرگمی‌ها در فرایند خرید و تحویل‌گیری مواد شیمیایی پیشگیری کند. کاربرد دیگر این نوشتارها، که در جای‌جای متن این کتاب آورده شده‌اند، می‌تواند ایجاد اعتماد به نفس در مهندسان فرایند و مدیران مهندسی باشد که مسئولیت تدوین نوشتارهای خرید و آماده‌سازی مشخصات فنی برای درج در اسناد مناقصه را دارند. باید بپذیریم که به دلیل کمبود استانداردهای صنعتی مختلف و همچنین نداشتن پشتوانه‌های لازم برای اجرای آن‌ها مشکلات بسیاری در مناقصات خرید به وجود می‌آید؛ وجود این نوشتارها یک پیام روشن ارسال می‌کند که بخش صنعت می‌تواند تمامی تمایلات فنی خود را به صورت نوشته‌هایی سودمند درآورده و پس از تصویب آن‌ها به عنوان مقررات حاکم بر فعالیت‌ها؛ ملاک‌های حقوقی و پشتوانه‌های اجرایی برای آن‌ها تأمین نماید.

در ترجمه کتاب تا حد توان سعی شده است که از لغات مصوب فرهنگستان زبان فارسی ایران به جای کلمات بیگانه استفاده شود. از آنجا که مخاطب کتاب اغلب کارورهای صنایع فرایندی هستند؛ به نظر می‌رسد با برخی از اصطلاحات معادل‌سازی شده آشنا نبوده و خواندن کتاب برای ایشان با دشواری همراه باشد. از این رو در آغاز کتاب یک جدول شامل کلمات فارسی معادل برخی از اصطلاحات بیگانه آورده شده است. در ترجمه کتاب تا حد امکان از جملات ساده و کوتاه استفاده شده و برای نگاهداری امانت هیچگونه جایجایی و یا توضیحی در متن اعمال نشده است. از همسر عزیزم، خانم مهندس نفیسه ذکری، که به تازگی به داستان‌نویسان کشور پیوسته‌اند، به خاطر ویراستاری کار حاضر و همراهی در این ترجمه سپاسگزارم.

لازم می‌دانم از آقایان مهندس علیپور، مدیر راه‌اندازی بخش یوتیلیتی (سرویس‌های جانبی) پروژه‌های شرکت پتروپارس و تسکو، آقای مهندس محمدرضا نفری، پیشکسوت صنایع پتروشیمی و انجمن خوردگی ایران در زمینه آب و فاضلاب، آقای دکتر گیوه‌چی، پیشکسوت صنعت نفت و انجمن خوردگی ایران، آقای دکتر نشاطی، رئیس پردیس انرژی و محیط زیست - پژوهشگاه صنعت نفت به خاطر بازخوانی متن و ارسال نقطه نظرات ارزشمند سپاسگزاری نمایم. همکاری نزدیک و بحث‌های مفید با مهندس رضا بابایی، مدیر راه‌اندازی فاز ۱۹ پارس جنوبی در شرکت پتروپارس، مهندس کوروش کاوه‌ئیان، معاونت مهندسی فازهای ۲ و ۳ در شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی، و مهندس فخارزاده جهرمی، رئیس پروژه مهندسی و ساختمان در شرکت نفت و گاز پارس در سال‌هایی که یک مهندس یوتیلیتی تازه کار بودم کمک زیادی به شکل‌گیری شخصیت حرفه‌ای من کرد. از دوست و همکار عزیزم، مهندس صابر مهارتی آذرزنوز، ریاست سابق مهندسی فرایند فازهای ۶، ۷ و ۸ چهارم پارس جنوبی، کمال قدردانی را دارم؛ چرا که شرایط بسیار مطلوبی را ایجاد نمودند تا نتایج مطالعاتم در زمینه واپایش شیمیایی واحدهای یوتیلیتی پالایشگاه‌های گاز را در

فرایندها اعمال نموده و از این رهگذر تجارب بسیار ارزشمندی کسب نمایم. بیشترین تأثیر حرفه‌ای در زمینه مهندسی فرایند و داشتن نگاه جامع به فرایندها را مرهون دوست و همکار گرامی، مهندس مهدی داودی، رئیس مطالعات مهندسی و اقتصادی طرح‌های فرایندی، دانشمند و محقق برجسته مهندسی فرایند در صنعت گاز ایران، هستم که در جمع‌آوری داده‌های فنی پایه‌ای برای طراحی و تحلیل‌های ناب مهندسی سرآمد است و محوریت اخلاق حرفه‌ای در او تا حدی است که حرف پایانی در تحلیل‌های مهندسی همیشه بر مبنای گزارش‌هایی است که او تهیه می‌کند. همکاری و ارتباط نزدیک با مهندس مهدی نصیرالاسلامی، مدیر فنی شرکت شیمیایی انرژی سمنان، در هفت سال گذشته موجب کسب دانش فراوان پیرامون آخرین یافته‌های مواد شیمیایی مورد نیاز برای تصفیه آب‌های صنعتی شد. ایجاد فرصت لازم برای بحث‌های فنی دنباله‌دار و ارائه منابع بی‌شمار فنی دو عاملی است که موجب می‌شود متواضعانه‌ترین و خالصانه‌ترین قدردانی را از ایشان بنمایم.

از انجمن خوردگی ایران و هیأت رئیسه محترم به ویژه ریاست انجمن جناب آقای دکتر دهکردی نهایت سپاسگزاری را دارم. همچنین از زحمات آقای حجت عباسیان مسئول انتشارات انجمن خوردگی ایران به خاطر شکیبایی و پیشنهادات ارزنده ایشان پیرامون آماده‌سازی و چاپ کتاب و همچنین خانم فاطمه صحرایی قدردانی می‌نمایم.

محمدرضا حامدغفاریان

بهار ۹۷، عسلویه

سخن ناشر

واپایش خوردگی در سامانه‌های تصفیه و انتقال آب از مهم‌ترین و گسترده‌ترین زمینه‌های دانش خوردگی است. گذشته از نوع آب تولیدی، آشامیدنی - شهری و یا صنعتی، هر سامانه تصفیه و انتقال آب نیازمند توجه ویژه در دو زمینه است: تنظیم و بهبود عوامل سلامت آب و دیگری واپایش میزان خوردگی آن. در بحث مربوط به آب‌های صنعتی توجه به رسوب‌گذاری به همراه کاهش اثر خوردگی آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بخش عمده‌ای از مجموعه اقدامات مورد نیاز برای واپایش میزان خوردگی انواع آب‌ها توسط افزودن مواد شیمیایی به آن‌ها انجام می‌گردد. مواد شیمیایی دامنه گسترده‌ای از نیاز یک سامانه تصفیه و انتقال آب را در بر می‌گیرند. تنظیم میزان قلیائیت کربناتی، واپایش سختی کلسیمی و نگهداشتن یک باقیمانده از کلر در شبکه توزیع آب شیرین شده دریا که برای مصارف آشامیدنی و صنعتی تولید می‌شود؛ هر سه اقداماتی برای واپایش میزان خوردگی الکتروشیمیایی، جلوگیری از رسوب و در نهایت پیشگیری از خوردگی میکروبی و تشکیل بیوفیلم در سایت تصفیه‌خانه و شبکه توزیع آب است. هر سامانه تولید و توزیع آب با توجه به منبع تأمین آب خود راهبردهایی متفاوتی برای واپایش خوردگی دارد.

در مواجهه با بحث‌های مربوط به مواد شیمیایی چند زمینه پیرامون تنظیم پارامترهای شیمیایی و میکروبی آب قابل طرح هستند: انتخاب و خرید مواد شیمیایی، ذخیره‌سازی، شناخت پکیج‌های تزریق مواد شیمیایی و نگهداشت مناسب آن‌ها، محاسبه دوز مورد نیاز برای تزریق هر ماده و در نهایت پایش عملکرد تصفیه‌خانه. کتاب حاضر حاوی اطلاعات مفیدی پیرامون زمینه‌هایی است که برشمرده شد. موضوع کتاب حاضر ارائه بحث‌های مفید در ارتباط با هر یک از موارد بالا است. بیشترین تمرکز در این کتاب بر آشنایی با انواع مختلف پکیج‌های تزریق مواد شیمیایی و روش کار با آن‌ها، محاسبات مربوط به محلول‌سازی‌ها و در نهایت ارائه دهه فرمول برای محاسبه دوز مورد نیاز تزریق در جریان‌های آب فرایندی بوده است. این کتاب توسط آقای مهندس محمدرضا حامدغفاریان از اعضای برجسته انجمن خوردگی ایران به فارسی ترجمه شده است. ایشان مهندس سرویس‌های جانبی (بیوتلیتی) در فازهای ۶، ۷ و ۸ پارس جنوبی بوده‌اند و در حال حاضر مهندس ارشد سرویس‌های جانبی در فازهای ۲۰ و ۲۱ میدان گازی پارس جنوبی، شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی، شرکت ملی گاز ایران مشغول به کار هستند. در یک دهه کار حرفه‌ای در سایت‌های نفت و گاز پارس جنوبی توجه به مواردی همچون انتخاب اصولی مواد شیمیایی، محاسبه مؤثر دوز تزریق و واپایش خوردگی در سامانه‌های آب سرلوحه کار ایشان بوده و از این نظر فردی حرفه‌ای محسوب می‌شوند. ایشان در حال حاضر عضو کمیته مواد شیمیایی، عضو کمیته فنی بازرگانی و عضو کمیته راهبردی خوردگی در مجتمع گاز پارس جنوبی هستند.

امید است کتاب برای کارورهای مجتمع‌های تصفیه‌خانه آب شهری، آب‌های صنعتی و همچنین مجموعه سرویس‌های جانبی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی مفید واقع شود. همچنین کتاب حاوی اطلاعات مفیدی برای انتخاب و ذخیره‌سازی مواد شیمیایی از نقطه نظرهای فنی و حقوقی است که برای دیپارتمان‌های خرید و تأمین کالا در مجموعه‌های بزرگ نفت، گاز و پتروشیمی مفید خواهد بود.

ابراهیم حشمت‌دهکردی

رئیس انجمن خوردگی ایران

بهار ۱۳۹۷

یادداشت مهندس داودی

درآمد شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی از فروش محصولات در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۴۶ هزار میلیارد تومان بوده است که ۲۴۰۰ میلیارد تومان از این مبلغ (معادل ۵ درصد از کل درآمد) صرف هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای پالایشگاه‌های این مجتمع شده است. مجموع هزینه مصرف مواد شیمیایی هفت پالایشگاه گازی پارس جنوبی در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۱۱۶ میلیارد تومان بود که این در حدود ۵ درصد از کل هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای این پالایشگاه‌ها خواهد بود. از این رو مدیریت خرید، انتخاب، انبارداری و مصرف مواد شیمیایی سهم قابل توجهی در کاهش هزینه‌های پالایشگاهی خواهد داشت. کتاب موجود مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و اطلاعات مفیدی است که برای کمک به تحلیل و تصمیم‌گیری‌ها نوشته شده است و راه کارهای لازم را جهت کنترل و مدیریت مصرف مواد شیمیایی در شرایط مختلف ارائه می‌کند.

با توجه به اینکه دستورالعمل‌های ارائه شده در این کتاب به زبان ساده بیان شده‌اند به راحتی و بدون نیاز به تخصص و یا تفسیرهای پیچیده می‌توان از مباحث عنوان شده بهره برد.

مهدی داودی

رئیس مطالعات مهندسی و اقتصادی طرح‌های

فرایندی

مجتمع گاز پارس جنوبی

بهار ۱۳۹۷، عسلویه

جدول کلمات معادل به کار رفته در متن کتاب

معادل فارسی استفاده شده در متن کتاب	کلمه بیگانه	معادل فارسی استفاده شده در متن کتاب	کلمه بیگانه
ورقه پیشنهادی	Proposal	کارور	Operator
چگالی بار	Charge Density	چگال‌سنج	Hydrometer
هشدار	Alarm	آب‌شویی مکشی	Siphoning
اندازه‌گیر / سنج	Meter	پیام	Signal
آب‌کافت	Hydrolysis	خودکارسازی	Automation
رویکرد / راهبرد	Strategy	صافش	Filtration
کلرخواهی	Chlorine Demand	اتاقک	Cabinet
واریسی	Check	دستورنامه	Procedure
واپاشی	Decay	چگالی	Density
کربن‌دار کردن	Carbonization	واسنجش	Calibrate
بشکه / مخزن / درام	Drum	نگاره، نمودار	Graph
وارونگی	Inversion	نمودار	Chart
برق‌کافت	Electrolysis	دوتایی	Hybrid
واپیچش	Uncoiling	دانه‌ای	Granular
پمپ دنده‌ای	Gear Pump	بسامد	Frequency
چرخه	Cycle	جهش	Pulse
بادی	Pneumatic	پاشش‌گر، شوینده پاششی	Scrubber
بخش	Department	برق‌کافت	Electrolyte
خط سیر	Trendline	نامیزه	Emulsion
درون‌جریانی	In-line	فرمول‌بندی	Formulation
برخط	On-line	چگاله	Condensate
قدرت، خلوص	Strength	پرانه	Ejector
شماره لوله	Pipe Schedule	گران‌روی	Viscosity
پیش‌خورد	Feed Forward	همگن	Homogeneous
صافی	Filter	ایستا	Static
میراگر	Dampener	مجزا کردن	Isolation
چرخش‌پیچ	Rotating Screw	بلوری کردن	Crystallization
اندازه‌سازی / اندازه‌بندی	Sizing	فلوئودار کردن	Fluoridation
پس‌خورد	Feed Back	بَسپار	Polymer
پخش شدن / پراکنش	Dispersion	تجزیه‌گر	Analyzer
-	-	گام	Stroke