

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هیدرومتالورژی اصول و کاربردها

نگارنده:

مایکل ال. فری

مترجمان:

دکتر محمود عبدالهی (عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر محمودرضا شاهرودی (عضو هیأت علمی دانشگاه تفرش)

دکتر فراز سلطانی (عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اراک)



سرشناسه: فری، مایکل ال. Free, Michael L.
عنوان و نام پدیدآور: هیدرومتالورژی اصول و کاربردها/نگارنده مایکل ال. فری؛ مترجمان محمود عبدالمهی، محمودرضا شاهوردی، فراز سلطانی.
مشخصات نشر: تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، 1400.
مشخصات ظاهری: 654 ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک: 978-622-7034-27-1

وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: عنوان اصلی: Hydrometallurgy: fundamentals and applications
موضوع: متالورژی آبی Hydrometallurgy
شناسه افزوده: عبدالمهی، محمود، 1337-، مترجم
شناسه افزوده: شاهوردی، محمودرضا، 1348-، مترجم
شناسه افزوده: سلطانی، فراز، 1365-، مترجم
شناسه افزوده: دانشگاه تربیت مدرس
شناسه افزوده: Tarbiat Modarres University
رده بندی کنگره: TN688
رده بندی دیویی: 669/0283
شماره کتابشناسی ملی: 8434894
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

هیدرومتالورژی (اصول و کاربردها)

نگارنده: مایکل ال. فری
مترجمان: دکتر محمود عبدالمهی، دکتر محمودرضا شاهوردی، دکتر فراز سلطانی
ویراستار ادبی و فنی: سید مصطفی فیض بخش
طراح جلد: ترنج
صفحه آرایی: محمدرضا مظاهری کلهرودی و سمیه زهانی
شماره انتشار: 276
شماره پیاپی: 422
تاریخ انتشار: 1400
شمارگان: 500
شابک: 978-622-7034-27-1
ناشر: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس
نوبت چاپ: اول
کارشناس اجرایی: لیلا نجفی زمان
ناظر چاپ: مصطفی جانجانی
لینتوگرافی: ایران گرافیک
چاپ و صحافی: قشقایی
مرکز پخش: تقاطع بزرگراه‌های آل‌احمد و دکتر چمران، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: 14115-318
تلفن: 82883096
دورنگار: 82883032
آدرس اینترنتی فروش: pub.Modares.ac.ir
بها: 1,200,000

مسئولیت صحت مطالب کتاب برعهده مترجمان است.

تقدیم به:

محققان، صنعتگران و دانشجویان حوزه هیدرومتالورژی

فهرست مطالب

پیشگفتار مترجمان	س
پیشگفتار نگارنده	ف
1- مقدمه	1
1-1 اهمیت فلزات	1
2-1 نهشت کانی‌ها	7
3-1 اهمیت آب	14
4-1 فراوری فلزات در محیط آبی و استفاده از آنها	15
5-1 نگاه اجمالی بر اصول و کاربردها	22
مراجع	24
مسائل	26
2- اصول شیمی هیدرومتالورژی	27
1-2 واکنش‌های کلی	27
2-2 پتانسیل شیمیایی	31
3-2 انرژی آزاد و شرایط استاندارد	38
4-2 انرژی آزاد و اکتیویته‌های غیراستاندارد	41
5-2 تعادل	43
6-2 حاصل ضرب حلالیت	45
7-2 روابط بین pK_a ، pK و pH	47
8-2 انرژی آزاد و دماهای غیراستاندارد	49
1-8-2 اثر دما بر ثابت تعادل	50

- 54.....3-8-2 اثر دما بر انحلال گاز.....
- 54.....9-2 گرمای تولیدشده از واکنش.....
- 56.....10-2 انرژی آزاد و فشارهای غیراستاندارد.....
- 56.....11-2 تعیین غلظت‌های تعادلی.....
- 58.....12-2 اکتیویته و ضرایب آن.....
- 65.....13-2 حل مسائل عملی تعادل.....
- 73.....14-2 اصول واکنش‌های الکتروشیمیایی.....
- 78.....15-2 تعادل و واکنش‌های الکتروشیمیایی.....
- 87.....مراجع.....
- 89.....مسائل.....
- 93.....3- دیاگرام‌های فاز و گونه‌های کمپلکس.....
- 93.....1-3 دیاگرام‌های گونه‌های کمپلکس (با توزیع یون).....
- 96.....2-3 دیاگرام گونه‌های کمپلکس فلز-لیگاند.....
- 102.....3-3 دیاگرام‌های پایداری فاز.....
- 103.....1-3-3 مراحل ترسیم دیاگرام‌های نواحی پایداری.....
- 115.....2-3-3 دیاگرام‌های ترسیب.....
- 116.....مراجع.....
- 116.....مسائل.....
- 119.....4- فرایندهای کنترل سرعت واکنش.....
- 119.....1-4 سینتیک واکنش‌های شیمیایی.....
- 120.....1-1-4 مفهوم نرخ واکنش.....
- 120.....2-1-4 تعیین مرتبه واکنش و ثابت نرخ واکنش رفت.....
- 124.....3-1-4 تعادل و برگشت پذیری.....
- 127.....4-1-4 اثر دما بر سینتیک واکنش‌های شیمیایی.....
- 130.....2-4 سینتیک واکنش‌های بیوشیمیایی.....

فهرست مطالب ج

3-4	سینتیک واکنش‌های الکتروشیمیایی	133
1-3-4	تئوری نرخ واکنش‌های الکتروشیمیایی (سینتیک باتلر-ولمر)	133
2-3-4	اندازه‌گیری نرخ واکنش‌های الکتروشیمیایی	138
4-4	انتقال جرم	151
1-4-4	انتقال جرم یون	151
2-4-4	نفوذ در ناحیه نازک و سریع جابه‌جا شونده واکنش	155
3-4-4	نفوذ در نواحی دارای حرکت کند یا مانای واکنش	157
4-4-4	تشخیص کنترل با انتقال جرم	162
5-4	سینتیک ترکیب شیمیایی و انتقال جرم	164
1-5-4	کاربرد موازنه جرم در انواع مختلف راکتورها	165
6-4	مدل واکنش‌هایی که ذرات در آن درگیرند	169
1-6-4	مدل‌های ترکیبی کنترل سینتیک شامل ذرات یا سطوح	169
2-6-4	مدل سینتیکی هسته - ذره کوچک‌شونده (کنترل نفوذ داخلی و کنترل شیمیایی)	170
3-6-4	مدل نرخ واکنش با کنترل نفوذ داخلی	178
4-6-4	مدل نرخ واکنش با کنترل نفوذ خارجی (لایه مرزی) برای ذرات کوچک	178
5-6-4	مدل نرخ واکنش با کنترل نفوذ خارجی (لایه مرزی) برای ذرات بزرگ‌تر	178
6-6-4	مدل نرخ واکنش با کنترل نفوذ خارجی (لایه مرزی)	179
7-6-4	نفوذ داخلی همراه با تغییر ویژگی‌های منافذ	179
8-6-4	نرخ واکنش شامل ذرات با کنترل واکنش سطحی	180
9-6-4	نفوذ ساده ماده حل‌شونده از یک کره متخلخل	180
10-6-4	وزن‌دهی مدل ترکیبی در لیچینگ کانه	181
7-4	سینتیک ترکیبی انتقال جرم و الکتروشیمیایی	183
8-4	سینتیک تبلور	187
9-4	مروری بر سینتیک واکنش‌های سطحی	190
	مراجع	193
	مسائل	195

- 199..... 5- استخراج فلز
- 199..... 1-5 اصول کلی و اصطلاحات فنی
- 205..... 1-1-5 قابلیت نفوذ و جریان سیال در بستر ذرات
- 212..... 2-1-5 لیچینگ درجا
- 212..... 3-1-5 لیچینگ توده‌ای (Dump)
- 214..... 4-1-5 لیچینگ توده‌ای (Heap)
- 222..... 5-1-5 مدل‌سازی عملکرد لیچینگ توده‌ای و دامپ لیچینگ
- 226..... 6-1-5 روش‌های ورود محلول
- 227..... 7-1-5 کاربردهای صنعتی لیچینگ توده‌ای
- 227..... 1-7-1-5 مس
- 230..... 2-7-1-5 طلا
- 230..... 3-7-1-5 آهن
- 230..... 2-5 بیولیچینگ/اکسایش زیستی
- 239..... 1-2-5 کاربردهای صنعتی بیولیچینگ
- 240..... 3-5 کاربردهای لیچینگ فلزات گرانبها
- 241..... 1-3-5 لیچینگ سیانیدی
- 245..... 2-3-5 سایر استخراج‌کننده‌های فلزات گرانبها
- 247..... 4-5 استخراج از کنسانتره
- 247..... 1-4-5 لیچینگ کنسانتره
- 248..... 2-4-5 لیچینگ کنسانتره در فشار محیط
- 249..... 3-4-5 لیچینگ با همزنی کانه‌ها و کنسانتره‌های طلا
- 250..... 4-4-5 روش‌های مختلف لیچینگ در فشار اتمسفر
- 250..... 1-4-4-5 نیکل
- 252..... 2-4-4-5 روی
- 253..... 3-4-4-5 فراوری دی‌اکسید تیتانیم
- 253..... 5-4-5 لیچینگ تحت فشار کانه‌ها و کنسانتره‌های پرعیار

فهرست مطالب ه

254.....	6-4-5 لیچینگ تحت فشار کانه آلومینیم در مقیاس صنعتی
256.....	7-4-5 اکسایش تحت فشار کنسانتره کانی سولفیدی
258.....	8-4-5 لیچینگ کنسانتره نیکل در مقیاس صنعتی
259.....	9-4-5 لیچینگ تحت فشار کانه اورانیم
259.....	مراجع
263.....	مسائل
265.....	6- جداسازی فلزات از محلول
266.....	1-6 استخراج مایع-مایع یا استخراج حلالی
268.....	1-1-6 انواع استخراج مایع-مایع یا استخراج حلالی
269.....	1-1-1-6 استخراج کننده‌های تبادل یونی
269.....	2-1-1-6 استخراج کننده‌های حلال پوشی
270.....	3-1-1-6 استخراج کننده‌های کئوردیناسیونی
287.....	3-1-6 استخراج حلالی صنعتی
287.....	1-3-1-6 مس
289.....	2-3-1-6 طلا
290.....	3-3-1-6 سایر فلزات با ارزش
290.....	4-3-1-6 نیکل و کبالت
291.....	5-3-1-6 عناصر نادر خاکی
291.....	6-3-1-6 اورانیم
291.....	2-6 تبادل یونی
291.....	1-2-6 اطلاعات کلی در مورد تبادل یونی
297.....	2-2-6 مدل‌های تعادلی جذب سطحی به روش تبادل یونی
297.....	1-2-2-6 مدل فرندلیچ
298.....	2-2-2-6 مدل لانگمور
298.....	3-2-2-6 مدل تمپکین
299.....	3-2-6 مدل‌های سینتیک جذب سطحی در فرایندهای یونی

- 299..... 1-3-2-6 نفوذ در منافذ (فقط مدل هسته کوچک شونده)
- 299..... 2-3-2-6 نفوذ فیلمی
- 300..... 3-3-2-6 مدل تجربی نفوذ
- 300..... 4-3-2-6 مدل تجربی عمومی سیستیک جذب سطحی
- 301..... 5-3-2-6 معادلات تجربی واکنش و نفوذ
- 301..... 6-3-2-6 تبادل یونی فلزات خاص
- 302..... 3-6 جذب سطحی روی کربن فعال
- 307..... 4-6 اولترافیلتراسیون یا اسمز معکوس
- 309..... 5-6 ترسیب
- 312..... مراجع
- 314..... مسائل
- 317..... 7- فرایندهای بازیابی فلز
- 317..... 1-7 الکترووینینگ
- 335..... 2-7 تصفیه الکتریکی
- 338..... 3-7 سممتاسیون یا کاهش تماسی
- 342..... 4-7 بازیابی با استفاده از واکنش گره‌های کاهنده محلول
- 344..... مراجع
- 346..... مسائل
- 349..... 8- مصارف فلزات
- 349..... 1-8 مقدمه
- 350..... 2-8 باتری‌ها
- 350..... 1-2-8 باتری‌های اولیه (غیرقابل باردهی)
- 351..... 1-1-2-8 پیل‌های قلبایی روی-دی‌اکسیدمنگنز
- 352..... 2-1-2-8 باتری‌های روی-اکسیدنقره
- 353..... 2-2-8 باتری‌های ثانویه (باتری‌های قابل باردهی)

فهرست مطالب ز

353.....	1-2-2-8 باتری های سرب-اسید
354.....	2-2-2-8 باتری های نیکل-کادمیم
355.....	3-2-2-8 باتری های هیدرید فلز
357.....	3-2-8 اطلاعات کلی باتری
359.....	3-8 پیل های سوختی
363.....	4-8 آبکاری شیمیایی
366.....	5-8 پوشش های حاصل از رسوب دهی الکتریکی
368.....	6-8 شکل دهی الکتریکی
370.....	7-8 ماشین کاری الکتروشیمیایی
372.....	8-8 خوردگی
372.....	1-8-8 خوردگی یکنواخت
373.....	2-8-8 خوردگی حفره ای
375.....	3-8-8 خوردگی شیاری
376.....	4-8-8 خوردگی گالوانیک
377.....	5-8-8 خوردگی بین دانه ای
378.....	6-8-8 ترک خوردگی محیطی
379.....	1-6-8-8 ترک ناشی از خوردگی تنش
379.....	2-6-8-8 ترک ناشی از خستگی خوردگی
380.....	3-6-8-8 ترک هیدروژنی
381.....	7-8-8 سایش ناشی از خوردگی
381.....	1-7-8-8 خوردگی سایشی
383.....	2-7-8-8 سایش
383.....	8-8-8 خوردگی میکروبیولوژی (MIC)
384.....	9-8-8 خوردگی ناشی از جدایش انتخابی
385.....	مراجع
386.....	مسائل

389.....	9- مسائل محیط‌زیستی.....
389.....	1-9 مقدمه.....
391.....	2-9 مسائل سیاست محیط‌زیستی ایالات متحده امریکا.....
391.....	1-2-9 قانون ملی سیاست‌های محیط‌زیستی (NEPA).....
392.....	2-2-9 قانون هوای پاک (CAA).....
392.....	3-2-9 قانون آب پاک (CWA).....
393.....	4-2-9 قانون محافظت و بازیابی منابع (RCRA).....
395.....	5-2-9 قانون کنترل مواد سمی (TSCA).....
395.....	6-2-9 قانون جامع مسئولیت، غرامت و بدهی محیط‌زیستی (CERCLA).....
395.....	7-2-9 مقررات کلی تخلیه آب.....
396.....	3-9 مسائل بازسازی و حذف فلز.....
397.....	1-3-9 فناوری‌های حذف فلز.....
399.....	2-3-9 فناوری‌های کاهش سمی بودن و پایدارسازی.....
405.....	3-3-9 بازیابی مواد سمی.....
406.....	مراجع.....
409.....	10- اصول طراحی فرایند.....
410.....	1-10 تعیین اهداف کلی.....
410.....	2-10 تعیین بخش‌های اصلی دیاگرام جریان.....
411.....	3-10 بررسی گزینه‌های مشخص هر بخش.....
412.....	1-3-10 بخش‌های اصلی دیاگرام جریان هیدرومتالورژیکی مربوط به جدول 1-10.....
412.....	2-3-10 استخراج.....
416.....	3-3-10 تغلیظ.....
419.....	4-3-10 بازیابی.....
420.....	4-10 ساخت فلوشیت کلی.....
422.....	5-10 به‌دست آوردن اطلاعات بیشتر.....
423.....	1-5-10 موازنه مواد.....

فهرست مطالب ط

424.....	2-5-10	ارزیابی اقتصادی
424.....	6-10	نمونه‌هایی از دیاگرام جریان‌های صنعتی منتخب
424.....	1-6-10	آلومینیم
426.....	2-6-10	مس
428.....	3-6-10	طلا
430.....	4-6-10	نیکل و کبالت
432.....	5-6-10	فلزات گروه پلاتین
438.....	6-6-10	عناصر نادر خاکی
439.....	7-6-10	روی
448.....		مراجع
450.....		مسائل
451.....	11-	اقتصاد مهندسی عمومی
451.....	1-11	اثر زمان و بهره
452.....	1-1-11	بهره ساده
453.....	2-1-11	بهره مرکب نرمال (گسسته)
454.....	3-1-11	بهره مرکب پیوسته
456.....	4-1-11	ارزش آینده پرداخت یکنواخت گسسته (با پرداخت سالیانه)
458.....	5-1-11	ارزش آینده پرداخت‌های با شیب حسابی
463.....	6-1-11	ارزش آینده پرداخت‌های گسسته با شیب هندسی
466.....	2-11	بازگشت سرمایه (ROI)
468.....	3-11	تخمین هزینه
468.....	1-3-11	شاخص‌های هزینه
469.....	2-3-11	برآورد کلی تورم
470.....	3-3-11	تعدیل هزینه براساس اندازه تجهیزات
470.....	4-3-11	سرمایه درگذردش
471.....	5-3-11	هزینه‌های راه‌اندازی

- 471.....6-3-11 هزینه‌های غیرمستقیم (هزینه‌های سربار).....
- 471.....4-11 تحلیل اقتصادی جریان نقدینگی تنزیل شده.....
- 473.....1-4-11 تبدیل‌های تعادلی.....
- 475.....2-4-11 تحلیل ارزش فعلی خالص.....
- 479.....1-2-4-11 جریان نقدینگی منابع پرداخت‌ها و دریافت‌ها.....
- 489.....7-11 اثر ریسک در تحلیل مالی.....
- 489.....1-7-11 امید ریاضی یا میانگین احتمال.....
- 489.....1-1-7-11 برآورد احتمالی ساده.....
- 490.....2-1-7-11 برآورد درخت احتمال.....
- 493.....3-1-7-11 برآورد براساس شبیه‌سازی مونت کارلو.....
- 496.....2-7-11 عوامل احتمالی.....
- 497.....3-7-11 آنالیز حساسیت.....
- 500.....مراجع.....
- 502.....مسائل.....
- 50512- آمار مهندسی عمومی.....
- 505.....1-12 عدم قطعیت.....
- 506.....1-1-12 ارقام با معنی.....
- 507.....2-1-12 عدم قطعیت سیستماتیک یا وابسته (بیشترین) در جمع و تفریق.....
- 508.....3-1-12 عدم قطعیت سیستماتیک یا وابسته (بیشترین) در ضرب و تقسیم.....
- 508.....4-1-12 عدم قطعیت سیستماتیک یا وابسته (بیشترین) در توان.....
- 509.....5-1-12 عدم قطعیت تصادفی و مستقل در جمع و تفریق.....
- 509.....6-1-12 عدم قطعیت تصادفی یا مستقل در ضرب و تقسیم.....
- 510.....7-1-12 عدم قطعیت تصادفی و مستقل در توابع دارای چندین متغیر.....
- 511.....2-12 اصطلاحات و مفاهیم پایه‌ای آمار.....
- 514.....3-12 توزیع نرمال.....
- 515.....4-12 احتمال و اطمینان.....

فهرست مطالب ک

- 1-4-12 تعیین احتمال‌های مقادیر تابع پیوسته در جامعه‌های نرمال با استفاده از Z.....519
- 2-4-12 استفاده از Z برای تحلیل احتمال توزیع میانگین‌ها در توزیع‌های نرمال پیوسته522
- 3-4-12 استفاده از Z برای تخمین میانگین جامعه براساس میانگین چندین نمونه524
- 4-4-12 استفاده از Z برای تعیین احتمال مقادیر گسسته با تقریب توزیع دو جمله‌ای526
- 5-4-12 استفاده از Z در ارزیابی میانگین نمونه با معلوم بودن میانگین و انحراف‌معیار جامعه ...527
- 6-4-12 استفاده از Z برای مقایسه میانگین جامعه‌ها با معلوم بودن واریانس جامعه‌ها و میانگین نمونه‌ها528
- 7-4-12 استفاده از Z برای تعیین اندازه نمونه و دستیابی به سطح اعتماد مطلوب میانگین529
- 8-4-12 استفاده از t برای تحلیل میانگین یک نمونه با معلوم بودن میانگین جامعه و انحراف‌معیار نمونه529
- 9-4-12 استفاده از t برای ارزیابی میانگین جامعه‌ها با معلوم بودن واریانس و میانگین نمونه‌ها و فرض برابر بودن (اما مجهول بودن) واریانس جامعه‌ها534
- 10-4-12 استفاده از t برای ارزیابی میانگین جامعه‌ها با معلوم بودن میانگین و واریانس نمونه‌ها و مجهول و متفاوت بودن واریانس جامعه‌ها534
- 11-4-12 توزیع F (برای آنالیز واریانس نمونه و مقایسه بیش از دو میانگین)535
- 12-4-12 تحلیل استقلال با X^2 (توان دوم کای)536
- 13-4-12 ارزیابی برازش داده‌ها بر توابع توزیع با توان دوم کای (آزمون‌های نکویی برازش)538
- 5-12 رگرسیون و همبستگی خطی541
- 6-12 انتخاب توابع آماری مناسب543
- 1-6-12 تابع توزیع لاگ نرمال544
- 2-6-12 تابع چگالی توزیع وایبول544
- 3-6-12 تابع چگالی توزیع نمایی544
- 4-6-12 تابع چگالی توزیع نمایی دوتایی545
- 5-6-12 تشخیص مناسب‌ترین تابع توزیع545
- 6-6-12 تابع توزیع تجمعی وایبول545
- 7-6-12 تابع چگالی توزیع نمایی546
- 8-6-12 تابع چگالی توزیع نمایی دوتایی546

547.....	9-6-12 تحلیل داده‌های توزیع نرمال و لاگ-نرمال
550.....	7-12 آزمون فرض
552.....	8-12 آنالیز واریانس (ANOVA)
556.....	9-12 طراحی و تحلیل آزمایش‌ها به روش فاکتوریل
560.....	10-12 روش تاگوچی
567.....	مراجع
573.....	پیوست الف
573.....	وزن‌های اتمی
574.....	پیوست ب
574.....	ثابت‌های متفرقه
575.....	پیوست ج
575.....	فاکتورهای تبدیل
576.....	پیوست د
576.....	داده‌های انرژی آزاد
586.....	مراجع
588.....	پیوست ه
588.....	محاسبات آزمایشگاهی
588.....	ه-1 اطلاعات زمینه
589.....	ه-2 اصول آماده‌سازی محلول
590.....	ه-3 محاسبات آماده‌سازی محلول
593.....	پیوست و
593.....	داده‌های تعدادی از گونه‌های یونی
594.....	مرجع
595.....	پیوست ز
595.....	پتانسیل‌های استاندارد نیم‌سلول‌ها
597.....	پیوست ح
597.....	واژگان عمومی

فهرست مطالب م

601.....	پیوست ت
601.....	اندازه الکهای مرسوم
602.....	پیوست ی
602.....	فلزات و کانی ها
607	واژه نامه فارسی به انگلیسی
617	واژه نامه انگلیسی به فارسی
625	نمایه

پیشگفتار مترجمان

نسخه اول کتاب پیشرو که توسط مایکل ال فری استاد دانشگاه یوتا در سال 2013 توسط انتشارات وایلی به چاپ رسیده است، یکی از به‌روزترین و جامع‌ترین منابع درسی در حوزه هیدرومتالورژی است. مطالب کتاب شامل دوازده فصل کاربردی از مباحث تئوری، جنبه‌های عملی و مهندسی و قابل استفاده برای دانشجویان دوره کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و همچنین مهندسان شاغل در کارخانه‌های فراوری مواد معدنی و صنایع مرتبط با متالورژی استخراجی است. ترجمه کتاب از سال 1394 شروع و در آذرماه 1399 با استعانت از خداوند متعال به پایان رسید و در این مدت مترجمان تمام تلاش خود را به‌کار گرفتند تا متن ترجمه برای خواننده روان و دارای کمترین اشکال فنی و نگارشی باشد. با این وجود مترجمان از هرگونه نقد خوانندگان محترم استقبال می‌کنند. امید است، تلاش‌های انجام شده گامی هرچند کوچک در راستای ارتقای سطح دانش فنی در حوزه هیدرومتالورژی در کشور عزیزمان باشد.

از همکاران گرانقدر جناب آقای دکتر حمیدرضا گلمکانی برای ویراستاری فصل یازدهم (اقتصاد مهندسی عمومی) و جناب آقای دکتر سهیل واشقانی فراهانی برای ویراستاری فصل دوازدهم (آمار مهندسی عمومی) قدردانی می‌شود.

پیشگفتار نگارنده

کتاب پیش‌رو، شامل مروری بر فراوری شیمیایی فلزات در محلول آبی در سطح دانشگاهی است. این کتاب، نسخه توسعه یافته‌ای از کتاب فراوری شیمیایی و کاربرد فلزات در محیط آبی است که در دو ویرایش توسط نویسنده نگارش شده است. اطلاعات ارائه شده در کتاب پیش‌رو مرتبط با استفاده، تولید یا حذف فلزات در آب توسط مهندسان است. فلزات ممکن است به شکل یون‌های محلول، ذرات کانی یا فلز باشند. مباحث مطرح شده در هر فصل از این کتاب را می‌توان به صورت کتاب‌های جداگانه توسعه داد. بدیهی است پوشش اطلاعات مربوط به مباحث کامل نیست. در سایر منابع مانند سری چهار جلدی اصول متالورژی استخراجی که توسط فتحی حبشی نوشته شده است، جزئیات بیشتری در ارتباط با روش‌های فراوری فلزات ارائه شده است. به همین علت در این کتاب، مجموعه خلاصه‌ای از اطلاعات و ابزار تحلیلی ارائه شده است که می‌توان از این ابزار برای بهبود کارایی و اثربخشی استخراج، بازیابی، تولید و کاربرد فلزات در محیط آبی با استفاده از روش‌هایی شد که به لحاظ فنی امکان‌پذیر، مطمئن، دارای توجیه محیط‌زیستی و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه هستند. نویسنده از خانواده، همکاران، استادان و دانشجویان خود که به روش‌های مختلف در تکمیل این کتاب نقش داشته‌اند، تشکر می‌کند.

نویسنده تمام تلاش خود را صرف آماده‌سازی این کتاب کرده است. با وجود این، نویسنده و ناشر هیچ ضمانتی در ارتباط با مطالب ارائه شده در کتاب نه به صورت بیانی و نه به صورت ضمنی ارائه نمی‌دهند. نویسنده و ناشر مسئولیت خسارت ناخواسته یا ناشی از استفاده از مطالب ارائه شده در کتاب را نمی‌پذیرند.

مایکل ال فری

شهر سالت لیک، یوتاپو