

سی. دیلیو. قتر

سید روزنلوژی کار بردی

«ویرایش چهارم»

سیاوش بهروز کوهستانی

نورسلما نی

انتشارات نوید شیراز

بسم الله الرحمن الرحيم

سرشناسه	: فتر، چارلز ویلارد، ۱۹۴۲ - م / Fetter, Charles Willard
عنوان و نام پدیدآور	: هیدروژئولوژی کاربردی / [چارلز ویلارد فتر] : [ترجمه] سیاوش بهروز کوهنجان
مشخصات نشر	: شیراز: نوید شیراز، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۹۶۸ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۹۲-۴۶۳-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Applied Hydrogeology, 4th. ed, c2001
موضوع	: آب زمین شناسی
موضوع	: آب، منابع
شناسه افزوده	: بهروز کوهنجان، سیاوش، ۱۳۴۹ - مترجم
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۳ ۹۹ ۱۰۰۳/۲/ف GB
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۴۹
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۰۱۴۱۸



هیدروژئولوژی کاربردی

سیاوش بهروز کوهنجان - نوید سلامانی

صفحه آرای: نجمه اسکندری ○ طرح جلد: فرزاد تیموری ○ لیتوگرافی و چاپ: واصف

تیراز: ۱۱۰۰ جلد ○ چاپ اول: ۱۳۹۴ ○ حق چاپ محفوظ

ناشر: انتشارات نوید شیراز

دفتر شیراز - تلفن ۶۲-۲۲۲۲۶۶۶۱-۲۲۲۲۹۶۷۶ نمابر

دفتر تهران - تلفن ۵۹۴۵-۸۸۹۰-۸۸۹۲۱۵۲۲ نمابر

پست الکترونیکی: Navideshiraz.Pub@Gmail.com

وب سایت: www.navideshiraz.com

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۹۲-۴۶۳-۷ ISBN: 978-600-192-463-7

۵۰/۰۰۰ تومان

مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار مترجمین

پیشگفتار نویسنده

- فصل ۱: آب ۱
- ۱-۱ آب ۱
- ۲-۱ هیدرولوژی و هیدروژئولوژی ۳
- ۳-۱ چرخه هیدرولوژی ۶
- ۴-۱ تبدیل‌های انرژی ۱۰
- ۵-۱ معادله هیدرولوژی ۱۲
- ۶-۱ هیدروژئولوژیست‌ها ۱۶
- ۷-۱ هیدروژئولوژی کاربردی ۱۶
- ۸-۱ حرفه هیدروژئولوژی (هیدروژئولوژیست‌ها چه می‌کنند؟) ۱۷
- ۸-۱-۱ کاربرد هیدروژئولوژی برای بشر ۱۷
- ۸-۲ جنبه‌های تجاری هیدروژئولوژی ۲۱
- ۸-۳ جنبه‌های اخلاقی هیدروژئولوژی ۲۲
- ۹-۱ منابع اطلاعات هیدروژئولوژی ۲۴
- ۱۰-۱ استانداردهای انجمن آزمایش و مواد آمریکا ۲۷
- ۱۱-۱ حل مسائل ۲۸
- ۱۲-۱ حل مسائل با استفاده از صفحه گسترده ۳۰

فصل ۲: اجزای چرخه هیدرولوژی ۳۷

۲-۱ تبخیر ۳۷

صفحه	عنوان
۴۲	۲-۲ تعلق.....
۴۳	۳-۲ تبخیر و تعلق.....
۴۸	۴-۲ میعان.....
۴۸	۵-۲ تشکیل بارش.....
۴۹	۶-۲ اندازه گیری باران و برف.....
۵۱	۷-۲ عمق موثر بارش.....
۵۷	۸-۲ رخدادهای هنگام بارش.....
۶۴	۹-۲ هیدروگراف رودخانه.....
۶۴	۱-۹-۲ منحنی فرود جریان پایه.....
۶۷	۲-۹-۲ هیدروگراف رمبار.....
۶۹	۳-۹-۲ رودخانه‌های آبگیر و آبدۀ.....
۷۲	۱۰-۲ رابطه بارش - رواناب.....
۷۴	۱۱-۲ منحنی‌های تداوم آبدۀ.....
۷۸	۱۲-۲ تعیین تغذیه آب زیرزمینی از جریان پایه.....
۷۸	۱-۱۲-۲ روش فرود فصلی (روش میبوم).....
۸۰	۲-۱۲-۲ روش جابجایی منحنی فرود (روش رورابوف).....
۸۴	۱۳-۲ اندازه گیری جریان رودخانه.....
۸۴	۱-۱۳-۲ اندازه گیری سرعت جریان.....
۸۷	۲-۱۳-۲ سرریزها.....
۸۹	۱۴-۲ معادله منینگ.....

فصل ۳: خصوصیات آبخوان‌ها..... ۱۰۱

۱۰۱	۱-۳ ماده و انرژی (مرور اجمالی فیزیک).....
۱۰۵	۲-۳ تخلخل مواد زمین.....
۱۰۶	۱-۲-۳ تعریف تخلخل.....
۱۰۷	۲-۲-۳ تخلخل و طبقه بندی رسوب‌ها.....
۱۱۵	۳-۲-۳ تخلخل سنگ‌های رسوبی.....
۱۱۷	۴-۲-۳ تخلخل در سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی.....
۱۱۸	۵-۲-۳ تخلخل در سنگ‌های آتشفشانی.....
۱۲۰	۳-۳ آبدۀ ویژه.....
۱۲۴	۴-۳ هدایت هیدرولیکی مواد زمین.....

عنوان صفحه

۱-۴-۳	آزمایش داریسی	۱۲۵
۲-۴-۳	هدایت هیدرولیکی	۱۲۶
۳-۴-۳	تراوایی رسوبها	۱۳۰
۴-۴-۳	تراوایی سنگها	۱۳۶
۵-۳	تراوایی سنجها	۱۳۸
۶-۳	سطح ایستایی	۱۴۲
۷-۳	آبخوانها	۱۴۵
۸-۳	نقشه‌های سطح ایستایی و سطح پتانسیو متری	۱۵۰
۹-۳	ویژگی های آبخوان	۱۵۲
۱۰-۳	تنش موثر و تراکم پذیری	۱۵۶
۱۱-۳	همگنی و همسانگردی	۱۵۸
۱۲-۳	شیب سطح پتانسیو متری	۱۶۲

فصل ۴: اصول جریان آب زیرزمینی ۱۷۳

۱-۴	مقدمه	۱۷۳
۲-۴	انرژی مکانیکی	۱۷۴
۳-۴	بار هیدرولیکی	۱۷۷
۴-۴	بار هیدرولیکی در آبی با چگالی متغیر	۱۸۱
۵-۴	پتانسیل نیرو و بار هیدرولیکی	۱۸۵
۶-۴	قانون داریسی	۱۸۷
۱-۶-۴	قانون داریسی بر حسب بار هیدرولیکی و پتانسیل	۱۸۷
۲-۶-۴	کاربرد قانون داریسی	۱۸۷
۳-۶-۴	دبی ویژه و سرعت خطی متوسط	۱۹۰
۷-۴	معادله‌های جریان آب زیرزمینی	۱۹۲
۱-۷-۴	آبخوان‌های محبوس	۱۹۲
۲-۷-۴	آبخوان‌های آزاد	۱۹۶
۸-۴	حل معادله‌های جریان	۱۹۷
۹-۴	شیب بار هیدرولیکی	۱۹۸
۱۰-۴	رابطه جهت جریان آب زیرزمینی با $\text{Grad } h$	۱۹۹
۱۱-۴	خطوط جریان و شبکه‌های جریان	۲۰۱
۱۲-۴	شکست خطوط جریان	۲۰۷

صفحه	عنوان
۲۱۰	۱۳-۴ جریان پایدار در آبخوان محبوس
۲۱۲	۱۴-۴ جریان پایدار در آبخوان آزاد
۲۲۷	فصل ۵: جریان آب زیر زمینی به چاه‌ها
۲۲۷	۱-۵ مقدمه
۲۲۸	۲-۵ فرض‌های پایه
۲۲۹	۳-۵ جریان شعاعی
۲۳۱	۴-۵ محاسبه افت ناشی از چاه پمپاژ
۲۳۱	۱-۴-۵ جریان در یک آبخوان کاملاً محبوس
۲۳۶	۲-۴-۵ جریان در آبخوان محبوس نشتی
۲۳۶	۱-۲-۴-۵ معادله جریان
۲۳۷	۲-۲-۴-۵ حل برای موردی که آب از لایه محبوس کننده زهکشی نمی‌شود
	۲-۲-۴-۵ حل برای حالتی که مقداری از آب از ذخیره کُشان لایه نیمه تراوا می‌آید
۲۴۲	
۲۴۶	۴-۲-۴-۵ مقایسه افت در انواع آبخوان‌های محبوس
۲۴۶	۳-۴-۵ جریان در آبخوان آزاد
۲۵۰	۵-۵ تخمین پارامترهای آبخوان از داده‌های افت - زمان
۲۵۰	۱-۵-۵ مقدمه
۲۵۱	۲-۵-۵ شرایط حالت پایدار
۲۵۱	۱-۲-۵-۵ جریان شعاعی پایدار در یک آبخوان محبوس
۲۵۴	۲-۲-۵-۵ جریان شعاعی پایدار در یک آبخوان آزاد
۲۵۵	۳-۵-۵ شرایط جریان غیر تعادلی
۲۵۶	۱-۳-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان محبوس - روش تایس
	۲-۳-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان محبوس، روش افت - زمان
۲۶۱	خط مستقیم کوپر - جاکوب
	۳-۳-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در آبخوان محبوس - روش خط مستقیم
۲۶۵	افت - فاصله جاکوب
	۴-۳-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در آبخوان محبوس نشتی فاقد ذخیره در لایه نیمه تراوا - روش ترسیمی والتون
۲۶۸	
	۵-۳-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان محبوس نشتی فاقد ذخیره در لایه نیمه تراوا - روش نقطه عطف هنتوش
۲۷۲	

صفحه	عنوان
۲۷۶	۴-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان نشتی با ذخیره در لایه نیمه تراوا.....
۲۷۸	۵-۵-۵ جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان آزاد.....
۲۸۳	۶-۵-۵ اثر نفوذ ناقص چاهها.....
۲۸۶	۶-۵-۵ آزمایش های اسلاگ.....
۲۸۶	۱-۶-۵ تعیین پارامترهای آبخوان با آزمایش های اسلاگ.....
۲۸۷	۲-۶-۵ آزمایش های اسلاگ پاسخ زود کاهنده.....
۲۸۷	۱-۲-۶-۵ روش کوپر - بردهوف - پاپا دوپولوس برای آبخوان محبوس.....
۲۹۱	۲-۲-۶-۵ آزمایش اسلاگ به روش هورسلف.....
۲۹۶	۳-۲-۶-۵ آزمایش اسلاگ به روش باور و رایس.....
۳۰۱	۳-۶-۵ آزمایش پاسخ دیر کاهنده اسلاگ.....
۳۰۱	۱-۳-۶-۵ روش ون در کمپ.....
۳۰۶	۲-۳-۶-۵ سایر روش ها.....
۳۰۷	۴-۶-۵ ملاحظات عمومی در تحلیل آزمایش اسلاگ.....
۳۰۷	۱-۴-۶-۵ اثر پوسته.....
۳۰۸	۲-۴-۶-۵ راههای سازمان زمین شناسی کانزاس.....
۳۰۹	۷-۵ تخمین آبگذری آبخوان از داده های ظرفیت ویژه.....
۳۱۲	۸-۵ مخروط های پمپاژ متقاطع و تداخل چاه.....
۳۱۳	۹-۵ اثر مرزهای هیدروژئولوژیکی.....
۳۱۷	۱۰-۵ طراحی آزمایش آبخوان.....
۳۱۷	۱-۱۰-۵ آزمایش های آبخوان تک چاهی.....
۳۲۰	۲-۱۰-۵ آزمایش های پمپاژ با استفاده از چاه های مشاهده ای.....
۳۳۵	فصل ۶: رطوبت خاک و تغذیه آب زیرزمینی.....
۳۳۵	۱-۶ مقدمه.....
۳۳۶	۲-۶ تخلخل و رطوبت خاک.....
۳۴۱	۳-۶ موینگی و جبهه موینه.....
۳۴۳	۴-۶ کشش آب منفذی در منطقه تهویه.....
۳۴۴	۵-۶ آب خاک.....
۳۴۹	۶-۶ نظریه جریان غیر اشباع.....
۳۵۲	۷-۶ تغذیه سطح ایستابی.....

صفحه	عنوان
۳۶۳	فصل ۷: جریان ناحیه‌ای آب زیرزمینی.....
۳۶۳	۱-۷ مقدمه.....
۳۶۴	۲-۷ جریان پایدار ناحیه ای آب زیرزمینی در آبخوان‌های نامحبوس.....
۳۶۴	۱-۲-۷ نواحی تغذیه و تخلیه.....
۳۶۵	۲-۲-۷ الگوهای جریان آب زیرزمینی در آبخوان‌های همگن.....
۳۷۳	۳-۲-۷ اثر عدسی‌های مدفون.....
۳۷۴	۴-۲-۷ آبخوان‌های ناهمگن و ناهمسانگرد.....
۳۷۷	۳-۷ جریان ناپایدار در سیستم‌های ناحیه ای آب زیرزمینی.....
۳۷۹	۴-۷ آب زیرزمینی غیر چرخه ای.....
۳۷۹	۵-۷ چشمه‌ها.....
۳۸۴	۶-۷ زمین شناسی سیستم‌های جریان ناحیه ای.....
۴۱۱	۷-۷ تاثیر متقابل آب زیرزمینی با دریاچه‌ها یا تالاب‌ها و رودها.....
۴۲۷	فصل ۸: زمین شناسی پیدایش آب زیرزمینی.....
۴۲۷	۱-۸ مقدمه.....
۴۲۹	۲-۸ آبخوان‌های تحکیم نیافته.....
۴۲۹	۱-۲-۸ نواحی یخچالی.....
۴۲۹	۲-۲-۸ دره‌های آبرفتی.....
۴۴۰	۳-۲-۸ آبرفت در دره‌های تکتونیکی.....
۴۴۷	۳-۸ سنگ‌های رسوبی.....
۴۵۲	۱-۳-۸ چینه شناسی پیچیده.....
۴۵۳	۲-۳-۸ چین‌ها و گسل‌ها.....
۴۶۲	۳-۳-۸ سنگ‌های رسوبی آواری.....
۴۶۷	۴-۳-۸ سنگ‌های کربناته.....
۴۸۳	۵-۳-۸ ذغالسنگ و لیگنیت.....
۴۸۴	۴-۸ سنگ‌های آذرین و دگرگونی.....
۴۸۴	۱-۴-۸ سنگ‌های آذرین نفوذی و دگرگونی.....
۴۸۷	۲-۴-۸ سنگ‌های آتشفشانی.....
۴۹۱	۵-۸ آب زیرزمینی در مناطق یخزده.....
۴۹۵	۶-۸ آب زیرزمینی در نواحی کویری.....
۴۹۸	۷-۸ آبخوان دشت‌های ساحلی.....

صفحه	عنوان
۵۰۵	۸-۸ روابط آب شور - آب شیرین
۵۰۵	۸-۸-۱ آبخوان‌های ساحلی
۵۱۱	۸-۸-۲ جزایر اقیانوسی
۵۱۴	۹-۸ اثرهای جذر و مدی
۵۱۵	۸-۱۰ نواحی آب زیرزمینی ایالات متحده
۵۱۶	۸-۱۰-۱ رشته کوه‌های غربی
۵۱۸	۸-۱۰-۲ حوضه‌های آبرفتی
۵۱۹	۸-۱۰-۳ فلات گدازه ای کلمبیا
۵۱۹	۸-۱۰-۴ فلات کلرادو و حوضه وایومینگ
۵۲۰	۸-۱۰-۵ دشت‌های مرتفع
۵۲۱	۸-۱۰-۶ ناحیه مرکزی غیر یخچالی
۵۲۲	۸-۱۰-۷ ناحیه مرکزی یخچالی
۵۲۳	۸-۱۰-۸ کوهپایه بلورینج
۵۲۴	۸-۱۰-۹ بلندای سوپریور و نورث‌ایست
۵۲۴	۸-۱۰-۱۰ دشتهای ساحلی آتلانتیک و گلف
۵۲۵	۸-۱۰-۱۱ دشت ساحلی جنوب شرق
۵۲۵	۸-۱۰-۱۲ دره‌های آبرفتی
۵۲۶	۸-۱۰-۱۳ جزایرهاوایی
۵۲۶	۸-۱۰-۱۴ آلاسکا
۵۲۷	۸-۱۰-۱۵ پورتوریکو

۵۲۹	فصل ۹: شیمی آب
۵۲۹	۹-۱ مقدمه
۵۳۰	۹-۲ واحدهای اندازه گیری
۵۳۱	۹-۳ انواع واکنش‌های شیمیایی در آب
۵۳۳	۹-۴ قانون اکتیویته جرم
۵۳۵	۹-۵ اثر یون مشترک
۵۳۵	۹-۶ اکتیویته‌های شیمیایی
۵۴۰	۹-۷ ثابت یونیزاسیون آب و اسیدهای ضعیف
۵۴۴	۹-۸ تعادل کرنات
۵۴۴	۹-۸-۱ واکنش‌های کرنات

صفحه	عنوان
۵۴۷	۲-۸-۹ تعادل کربنات در آب دارای فشار جزئی ثابت CO_2
۵۴۹	۳-۸-۹ تعادل کربنات با کنترل pH خارجی
۵۵۲	۹-۹ روابط ترمودینامیک
۵۵۴	۱۰-۹ پتانسیل اکسیداسیون
۵۶۰	۱۱-۹ تبادل یون
۵۶۳	۱۲-۹ هیدروژنولوژی ایزوتوپی
۵۶۴	۱-۱۲-۹ ایزوتوپ‌های پایدار
۵۶۹	۲-۱۲-۹ ایزوتوپ‌های رادیواکتیو مورد استفاده برای سن سنجی
۵۷۲	۱۳-۹ شیمی یون‌های اصلی
۵۷۴	۱۴-۹ نمایش نتایج آنالیزهای شیمیائی
۵۷۴	۱-۱۴-۹ دیاگرام پایپر
۵۷۶	۲-۱۴-۹ الگوی استیف
۵۷۷	۳-۱۴-۹ نمودار نیمه لگاریتمی شولر
۵۹۱	فصل ۱۰: کیفیت آب و آلودگی زیرزمینی
۵۹۱	۱-۱۰ مقدمه
۵۹۶	۲-۱۰ استانداردهای کیفیت آب
۵۹۸	۳-۱۰ جمع آوری نمونه‌های آب
۶۰۰	۴-۱۰ پایش آب زیرزمینی
۶۰۰	۱-۴-۱۰ طراحی یک برنامه پایش آب زیرزمینی
۶۰۱	۲-۴-۱۰ استقرار چاه‌های پایش آب زیرزمینی
۶۰۸	۳-۴-۱۰ استخراج نمونه‌های آب از چاه‌های پایش
۶۱۱	۵-۱۰ پایش منطقه غیر اشباع
۶۱۴	۶-۱۰ انتقال جرم مواد حل شده
۶۱۴	۱-۶-۱۰ مقدمه
۶۱۵	۲-۶-۱۰ انتشار
۶۱۷	۳-۶-۱۰ پهنرفت
۶۱۷	۴-۶-۱۰ پراکنش مکانیکی
۶۱۹	۵-۶-۱۰ پراکنش هیدرودینامیک
۶۲۵	۶-۶-۱۰ تاخیر (نگهداشت)
۶۳۸	۷-۶-۱۰ تجزیه ترکیبات آلی

صفحه	عنوان
۶۴۰	۷-۱۰ آلودگی آب زیرزمینی.....
۶۴۰	۱-۷-۱۰ مقدمه.....
۶۴۳	۲-۷-۱۰ تانک‌های سپتیک و چاه‌های فاضلاب.....
۶۴۴	۳-۷-۱۰ لندفیل‌ها.....
۶۴۹	۴-۷-۱۰ سرریز مواد شیمیائی و مخازن زیرزمینی نشتی.....
۶۵۳	۵-۷-۱۰ معدنکاری.....
۶۵۵	۶-۷-۱۰ سایر منابع آلودگی آب زیرزمینی.....
۶۵۶	۸-۱۰ بازیافت آب زیرزمینی.....
۶۵۶	۱-۸-۱۰ عملیات اصلاحی مبتنی بر خطر.....
۶۵۷	۲-۸-۱۰ معیارهای کنترل منشأ.....
۶۵۹	۳-۸-۱۰ تصفیه هاله آلودگی.....
۶۵۹	۴-۸-۱۰ پاکسازی زیستی طبیعی و تشدید شونده.....
۶۶۰	۹-۱۰ تاریخچه موردی: آلودگی آب زیرزمینی در یک سایت سوپر فاند.....
۶۶۰	۱-۹-۱۰ سابقه.....
۶۶۱	۲-۹-۱۰ زمین شناسی.....
۶۶۳	۳-۹-۱۰ هیدروژئولوژی.....
۶۶۶	۴-۹-۱۰ آلودگی آب زیرزمینی.....
۶۶۹	۵-۹-۱۰ پاکسازی سایت.....
۶۷۱	۱۰-۱۰ تحلیل منطقه گیرش.....
۶۷۹	فصل ۱۱: توسعه و مدیریت آب زیرزمینی.....
۶۷۹	۱-۱۱ مقدمه.....
۶۸۰	۲-۱۱ تعادل دینامیک در آبخوان‌های طبیعی.....
۶۸۳	۳-۱۱ بیلان آب زیرزمینی.....
۶۸۶	۴-۱۱ مدیریت پتانسیل آبخوان‌ها.....
۶۸۸	۵-۱۱ تناقض آبدهی مطمئن.....
۶۹۱	۶-۱۱ حقوق آب.....
۶۹۱	۱-۶-۱۱ مفاهیم قانونی.....
۶۹۳	۲-۶-۱۱ قوانین نظارتی کمیت آب سطحی.....
۶۹۷	۳-۶-۱۱ قوانین نظارتی کمیت آب زیرزمینی.....
۷۰۲	۴-۶-۱۱ قوانین نظارتی کیفیت آب.....

صفحه

عنوان

۷۰۲.....	۱-۴-۶-۱۱ قانون سیاست ملی زیست محیطی ۱۹۶۹ (P. L ۹۱-۱۹۰).....
۷۰۳.....	۲-۴-۶-۱۱ قانون فدرال کنترل آلودگی آب ۱۹۷۲ (P. L ۹۲-۵۰۰) اصلاحیه‌های
۷۰۳.....	قانون آب سالم ۱۹۷۷ (P. L ۹۵-۲۱۷).....
۷۰۳.....	۳-۴-۶-۱۱ قانون آب آشامیدنی سالم ۱۹۷۴ (P. L ۹۳-۵۲۳) و اصلاحیه‌های آن.....
۷۰۴.....	۴-۴-۶-۱۱ قانون باز یافت و حفظ منبع ۱۹۷۶ (RCRA) (P.L. ۹۴-۵۸۰).....
۷۰۵.....	۵-۴-۶-۱۱ قانون جامع زیست محیطی پاسخ، جبران خسارت و مسئولیت
۷۰۵.....	۱۹۸۰ (CERCLA) (P.L. ۹۵-۵۱۰).....
۷۰۵.....	۶-۴-۶-۱۱ قانون مجوز دوباره و اصلاحیه‌های سوپرفاند ۱۹۸۶ (SARA).....
۷۰۶.....	۷-۴-۶-۱۱ قانون اصلاح و کنترل استخراج سطحی (SMCRA) (P.L. ۹۵-۸۷).....
۷۰۶.....	۸-۴-۶-۱۱ قانون کنترل تشعشع انباشته‌های اورانیوم ۱۹۷۸ (UMTRCA)
۷۰۷.....	(P. L ۹۵-۶۰۴) اصلاح شده بوسیله ۱۰۶ - P. L ۹۵ و ۴۱۵ - P. L ۹۷.....
۷۰۷.....	۹-۴-۶-۱۱ قانون کنترل مواد سمی (TOSCA) (P.L. ۹۴-۴۶۹) اصلاح شده
۷۰۷.....	بوسیله ۱۲۹ - P. L ۹۷.....
۷۰۷.....	۱۰-۴-۶-۱۱ قانون ملی حشره کش، قارچ کش و جونده کش (FIFRA) ۵۱۶-
۷۰۷.....	P. L ۹۲، اصلاح شده بوسیله ۱۴۰ - P. L ۹۴، ۳۹۶ - P. L ۹۵، ۵۳۹ - P. L ۹۶
۷۰۷.....	و ۲۰۱ - P. L ۹۸.....
۷۰۹.....	۷-۱۱ تغذیه مصنوعی.....
۷۱۲.....	۸-۱۱ حفاظت از کیفیت آب در آبخوان‌ها.....
۷۱۶.....	۹-۱۱ استخراج آب زیرزمینی و ذخیره چرخه ای.....
۷۱۸.....	۱۰-۱۱ استفاده تلفیقی از آب سطحی و زیرزمینی.....
۷۲۰.....	۱۱-۱۱ مسائل جهانی آب.....

فصل ۱۲: روش های میدانی..... ۷۲۳

۷۲۳.....	۱-۱۲ مقدمه.....
۷۲۴.....	۲-۱۲ تحلیل خط اثر شکستگی‌ها.....
۷۳۲.....	۳-۱۲ روش‌های سطحی کاوش‌های ژئوفیزیکی.....
۷۳۲.....	۱-۳-۱۲ مقاومت ویژه الکتریکی جریان مستقیم.....
۷۴۱.....	۲-۳-۱۲ هدایت الکترومغناطیسی.....
۷۴۴.....	۳-۳-۱۲ روش‌های لرزه ای.....
۷۵۳.....	۴-۳-۱۲ رادار زمینی و کاوش‌های مغناطیس سنجی.....

عنوان	صفحه
۵-۳-۱۲ روش‌های گرانش و مغناطیس هوایی.....	۷۵۶
۴-۱۲ چاه پیمانی ژئوفیزیکی.....	۷۵۸
۱-۴-۱۲ لاگ‌های قطر چاه (کالپر).....	۷۶۱
۲-۴-۱۲ لاگ‌های دما.....	۷۶۱
۳-۴-۱۲ مقاومت تک نقطه ای.....	۷۶۲
۴-۴-۱۲ مقاومت ویژه.....	۷۶۲
۵-۴-۱۲ پتانسیل خودزا.....	۷۶۴
۶-۴-۱۲ پیمایش هسته ای.....	۷۶۷
۱-۶-۴-۱۲ تشعشع گامای طبیعی.....	۷۷۰
۲-۶-۴-۱۲ پیمایش نوترونی.....	۷۷۰
۳-۶-۴-۱۲ تشعشع گاما - گاما.....	۷۷۲
۵-۱۲ ارزیابی هیدروژنولوژی محل.....	۷۷۷
۶-۱۲ وظایف هیدروژنولوژیست میدانی.....	۷۸۱
۷-۱۲ گزارش‌های پروژه.....	۷۸۴
فصل ۱۳: مدل‌های آب زیرزمینی.....	۷۹۱
۱-۱۳ مقدمه.....	۷۹۱
۲-۱۳ کاربردهای مدل‌های آب زیرزمینی.....	۷۹۵
۳-۱۳ اطلاعات مورد نیاز مدل‌ها.....	۷۹۶
۴-۱۳ مدل‌های تفاضل محدود.....	۷۹۹
۱-۴-۱۳ شبکه‌های تفاضل محدود.....	۷۹۹
۲-۴-۱۳ نمادهای تفاضل محدود.....	۸۰۱
۳-۴-۱۳ شرایط مرزی.....	۸۰۱
۴-۴-۱۳ روش‌های حل در حالت ایستا برای شبکه‌های مربعی.....	۸۰۳
۵-۴-۱۳ روش‌های حل برای حالت گذرا.....	۸۰۶
۵-۱۳ مدل‌های اجزای محدود.....	۸۰۷
۶-۱۳ استفاده از مدل‌های منتشر شده.....	۸۰۸
۷-۱۳ مبانی MODFLOW.....	۸۱۲
۸-۱۳ ویژوال مادفلو.....	۸۱۶
۹-۱۳ سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی.....	۸۱۷

پیشگفتار مترجمین

آب مایه حیات است و آب زیرزمینی بزرگترین منبع آب قابل استفاده بشر است. افزایش جمعیت و توسعه جوامع بشری نیاز به آب را تشدید نموده است. در گستره وسیعی از جهان، منابع آب زیرزمینی بخاطر استحصال بیش از حد و بی رویه از حالت تعادل پایدار خارج شده است. به علت پایین بودن میزان نزولات جوی و توزیع ناهمگون آن و بهره برداری و مصرف غیر بهینه و نامتناسب ناشی از ضرورت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی، منابع آب کشورمان ایران در شرایط مطلوبی قرار ندارد. این در حالی است که ایرانیان از دیرباز به اهمیت آب زیرزمینی و مفهوم علمی آن آگاهی داشته‌اند. وجود قنات‌ها نیز معرف درک عمیق فنی و علمی ایرانیان از آب‌های زیرزمینی است.

مترجمین بر اساس تجربه، تدریس و پژوهش در امور منابع آب کشور و تدریس و پژوهش در دانشگاه شیراز و چند دانشگاه آمریکایی و اروپایی این کتاب را برای ترجمه برگزیده‌اند. این کتاب ضمن معرفی مفاهیم پایه و بنیادین علم هیدروژئولوژی، با بررسی موردی مسائل و مشکلاتی که امروزه بر منابع آب زیرزمینی به ویژه در آمریکای شمالی حاکم است، جایگاه خاصی به عنوان کتاب درسی دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد در بسیاری از دانشگاه‌های اروپا و آمریکا دارد. امید است ترجمه آن نیز در میان دانشجویان و متخصصین منابع آب زیرزمینی ایران جایگاهی شایسته بیابد.

به روح دکتر چارلز دبلیو. فتر نویسنده کتاب درود می‌فرستیم. به پاس شکیبایی و همدلی همسرانمان این کتاب را به آنها تقدیم می‌نماییم. سپاس خود را به مدیریت شرکت

آب منطقه‌ای فارس که هزینه چاپ این کتاب را تامین نمودند ابراز می‌داریم.

نوذر سامانی
استاد دانشگاه شیراز

سیاوش بهروز کوهنجانی
شرکت آب منطقه‌ای فارس

www.ketab.ir

پیشگفتار نویسنده

امروزه هیدروژئولوژی به عنوان یک درس اصلی و اجباری در برنامه کارشناسی زمین‌شناسی و بسیاری از رشته‌های مهندسی گنجانده شده است. شرکت‌های مهندسی مشاور، سازمان‌های دولتی و صنایع تقاضای فزاینده‌ای برای بکارگیری دانش آموختگان هیدروژئولوژی بویژه در زمینه محیط زیست دارند. این کتاب به دانشجویان برای اشتغال در رشته هیدروژئولوژی و یا سایر رشته‌های زیست محیطی و مهندسی که به سابقه قوی هیدروژئولوژی نیاز دارد، کمک خواهد کرد.

کتاب "هیدروژئولوژی کاربردی" به عنوان کتاب درسی مقدماتی هیدروژئولوژی در سال‌های آخر دوره کارشناسی و یا در دو مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد تدریس می‌شود. این کتاب همچنین برای افرادی که در حال آماده شدن برای آزمون نظام مهندسی ایالتی و اخذ مجوز هیدروژئولوژیست حرفه‌ای هستند مفید می‌باشد. این کتاب می‌تواند به عنوان یک کتاب مرجع در کتابخانه شخصی بسیاری از هیدروژئولوژیست‌ها قرار گیرد.

برای درک عملی موضوعات این کتاب توسط خواننده، دانش جبر و حسابان کاربردی در سطح کاردانی مفید است، گر چه ضروری نیست. برای فصل شیمی آب، دانش شیمی در سطح کاردانی ضروری است. این کتاب بر کاربرد ریاضی در حل مسائل و نه اثبات نظریه‌ها تأکید دارد. در پایان هر فصل مسائل نمونه با حل گام به گام یافت می‌شود. مطالعات موردی در بیشتر فصل‌ها به درک پیدایش و حرکت آب زیرزمینی در خاستگاه‌های مختلف زمین‌شناسی سرعت می‌بخشد. واژه نامه/اصطلاحات هیدروژئولوژیکی، این کتاب را به یک کتاب مرجع ارزشمند تبدیل کرده است.

چاپ چهارم حاوی مطالعات موردی و مسائل پایان فصل جدیدی است. در بیشتر موارد مسائل جفت هستند. پاسخ مسائل با شماره فرد در پایان کتاب ارائه شده و مسائل با شماره زوج فاقد پاسخ هستند. حل قدم به قدم مسائل فرد را می‌توان در صفحه وب

هیدروژئولوژی کاربردی به آدرس <http://www.appliedhydrogeology.com> نیز پیدا نمود. بیشتر فصل‌های چاپ چهارم دارای بخشی با عنوان "تحلیل" و حاوی مسائلی بدون شماره است. کاربرد برنامه صفحه گسترده مثل میکروسافت اکسل در هیدروژئولوژی در این بخش معرفی شده است.

نسخه دانشجویی سه برنامه رایانه‌ای که توسط هیدروژئولوژیست‌های حرفه‌ای استفاده می‌شود ضمیمه کتاب است. این برنامه‌ها توسط ناشران نرم افزارها رایگان در اختیار گذاشته شده است. این برنامه‌ها توسط مؤلف یا ناشرین، پشتیبانی فنی نشده اما به آسانی قابل استفاده بوده و با راهنما و مستندات آموزشی در یک لوح فشرده ارائه شده اند.

داوران زیر پیشنهادت سازنده‌ای برای چاپ چهارم ارائه نموده‌اند: گری س. جانسون (دانشگاه ایداهو)؛ لری مرداک (دانشگاه کلمسون)؛ کلود اشتاین (کالج ریچارد استوکتن نیوجرسی)؛ دیوید ال. برون (دانشگاه ایالتی کالیفرنیا در چیکو)؛ اف. ادوین هاروی (دانشگاه نبراسکا در لینکن)؛ ادوارد ال. شوستر (انستیتو پلی تکنیک رنسلر)؛ ولیز د. ویت (مونتاناک، دانشگاه مونتانا)؛ لری د. مکی (دانشگاه تنسی در نوکسیویل)؛ لورا ال. ساندرز (دانشگاه نورثوست ایلینویز)؛ جین هاف (دانشگاه ایالتی سنت کلود)؛ و جیم بالتر (سازمان زمین شناسی کانزاس).

از لری مرداک و رکس هاجز از دانشگاه کلمسون برای آشنا نمودن مؤلف با صفحه گسترده مدل‌های آب زیرزمینی سپاسگزارم. از گلن دافیلد (شرکت هیدروسولو) برای در اختیار گذاشتن نسخه دانشجویی AQTESOLV، پت دلانی (شرکت هیدروژئولوژیک واترلو) برای نسخه MODFLOW، و کرک همکر برای استفاده FLOWNETLT تشکر ویژه دارم. تاد رایان از کالج همیلتون کتابچه حل مسائل را تهیه نمودند که مدرسان می‌توانند آنرا از مسئول فروش نشر پرنتمیس‌هال تهیه کنند. پتریک لینچ و پراستار ارشد زمین شناسی نشر پرنتمیس‌هال همواره در طی نگارش این کتاب مرا یاری دادند.

سی. دبلیو فتر

شرکت سی. دبلیو. فتر جی آر. و شرکا، و

استاد بازنشسته دانشگاه ویسکانسین