

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

میدروآوزی آب زیرزمینی

مولفان:

دیوید کیث تاد

لاری دبلیو میز

مترجمان:

دکتر محمود محمدرضاپور طبری

(استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهرکرد)

مهندس مهدی ایل بیگی



نشر دانشگاهی کیان

سرشناسه	تاد، دیوید کیث، ۱۹۲۲-م.
عنوان و نام پدیدآور	میدرولوژی آب زیرزمینی/ مؤلفین دیویدکیث تاد، لاری دبلیومیز؛ مترجمین محمود محمدرضاپور طبری، مهدی ایل‌بیگی.
مشخصات نشر	تهران: انتشارات دانشگاهی کیان، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۲۴ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۰۲۲-۶
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی: Groundwater hydrology, 3 rd ed, 2005.
یادداشت	کتاب حاضر قبلاً تحت عنوان "مهندسی منابع آب زیرزمینی" با ترجمه و تکمیل مهرداد راهنمایی توسط دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز در سال ۱۳۹۱ فیبا گرفته است.
یادداشت	کتابنامه.
عنوان دیگر	مهندسی منابع آب زیرزمینی.
موضوع	آب‌های زیرزمینی.
شناسه افزوده	میر، لاری دبلیو، ۱۹۴۸-م. Mays, Larry W.
شناسه افزوده	محمدرضاپور طبری، محمود، ۱۳۵۷- مترجم.
شناسه افزوده	ایل بیگی، مهدی، ۱۳۶۰- مترجم.
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۲ م/ت/۳۷/۷۱ GB۱۰۰
رده بندی دیویی	۵۵۱/۴۹
شماره کتابشناسی ملی	۲۹۴۸۴۷۲



نشر دانشگاهی کیان
Kian Publication

انتشارات دانشگاهی کیان

نام کتاب	میدرولوژی آب زیرزمینی
ناشر	انتشارات دانشگاهی کیان
مؤلفان	دیوید کیث تاد- لاری دبلیومیز
مترجمین	محمود محمدرضاپور طبری- مهدی ایل‌بیگی
چاپ اول	۱۳۹۲
تیراژ	۱۰۰۰ جلد
چاپ و صحافی	کنج شایگان
قیمت	۱۷۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۷-۰۲۲-۶
ISBN	978-600-307-022-6

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.
تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر به
صورت حرفه‌ای یا چاپ مجدد، چاپ
افست، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع
است و پیگرد قانونی دارد.

مرکز پخش:

تهران- خ انقلاب - خ ۱۲ فروردین - کوچه نوروژ - پلاک ۲۷ طبقه اول

تلفن: ۶۶۴۱۱۷۱۵-۶۶۴۰۶۸۳۴-۶۶۴۱۶۳۴۶

خرید Online از طریق سایت www.kianpub.com

SMS: ۳۰۰۰۲۲۱۴۴۱

پیش‌گفتار

منابع آب‌های زیرزمینی از مهمترین منابع تأمین نیازهای آبی در اکثر نقاط دنیا بشمار می‌آیند. افزایش نیازهای آبی در بخش‌های مختلف و در نتیجه آن برداشت بیش از ظرفیت آبخوان‌ها منجر به تخریب این منابع با ارزش و افت قابل توجه تراز سطح آب زیرزمینی شده است. همچنین تزریق انواع آلاینده‌ها به سفره‌های زیرزمینی که در نتیجه توسعه جوامع شهری، صنعتی و کشاورزی و مدیریت ناصحیح می‌باشد، اثرات زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری را در جهت کاهش کیفیت این منبع به دنبال داشته است.

از آنجا که درک همه‌جانبه و دقیق از اصول حاکم بر آبخوان‌ها و محیط‌های متخلخل می‌تواند تا حدود قابل توجهی در ارائه مدیریت صحیح به مدیران تصمیم‌گیر و بهبود شرایط سفره‌های زیرزمینی کمک نماید لذا مترجمان بر آن شدند تا کتاب حاضر را که به عنوان یکی از کتب مرجع در خصوص اصول آب زیرزمینی مطرح می‌باشد، ترجمه کرده و در اختیار متخصصان فن قرار دهند. این کتاب در واقع ترجمه ۵ فصل اول کتاب Groundwater Hydrology آقایان David Keith Todd و Larry W. Mays می‌باشد که در قالب جلد اول ارائه شده و مباحثی همچون مبانی آب‌های زیرزمینی، نحوه پیدایش آبخوان‌ها، حرکت آب‌های زیرزمینی، هیدرولیک چاه‌ها و نحوه ایجاد و کارکرد چاه‌ها را بررسی و تشریح می‌نماید. همچنین بخش عمده‌ای از جلد دوم کتاب که از فصل ششم تا چهاردهم را شکل می‌دهد، ترجمه شده که در آینده نزدیک ارائه خواهد شد.

در این کتاب مفاهیم هر بخش همراه با مثال‌های کاربردی و متنوع ارائه شده تا خواننده دید بهتری را در نحوه کاربرد آن در شرایط واقعی پیدا نماید. از آنجا که کتاب حاضر قابل استفاده برای دوره‌های کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری رشته‌های هیدروژئولوژی، عمران، کشاورزی، معدن و ... می‌باشد لذا سعی شده متن کتاب با عبارت‌های سلیس و روان ترجمه و ارائه گردد. لازم به ذکر است تمامی مطالب ترجمه شده ابتداءً توسط مترجمین به دقت مطالعه شده و بعضاً برخی از مثال‌های آن مورد حل مجدد قرار گرفته‌اند و سپس پس از رفع نواقص آن ارائه گردید.

از آنجا که ترجمه حاضر عاری از نقص نبوده و دارای لغزش‌هایی است که خوانندگان محترم می‌توانند جهت رفع آن با مطالعه دقیق و موشکافانه به مترجمان گوشزد نمایند لذا یادآوری می‌گردد و خطاها می‌تواند منجر به بهبود ترجمه حاضر در چاپ‌های آینده گردد.

محمود محمد رضاپور ظیری (۰۹۱۲۲۴۹۲۶۱۵)

مهدی ایل‌بیگی (۰۹۱۲۷۲۵۵۴۹۵)

سخنی با خوانندگان

«سپس، به کاتبان و نویسندگان بنگر و بهترین آن‌ها را بر کارهای خود بگمار...»

کاتبان و نویسندگانی برگزین که قدر خود را بشناسند، چون کسی که به قدر خود شناخت ندارد، دیگران را هم نمی‌شناسد.»

برگرفته از نامه‌ی ۵۳ نهج البلاغه به مالک‌اشتر

اگرچه نوشتن و پرداختن زکات علم از توصیه‌های اکید بزرگان و گواه بر کرامت اهل دانش است، اما امروزه پرداختن به انگیزه‌ها و اهداف نوشتن بیشتر جلوه می‌کند. بی‌شک این‌که چه کسی می‌نویسد مهم نیست، اما این‌که چرا و بر چه پشتوانه‌ای می‌نویسد، درخور تأمل است. ما معتقدیم که چاپ روزافزون کتاب‌های به اصطلاح «زرد» که خالی از هرگونه نوآوری و بی‌توجه به استانداردهای چاپ کتاب و نیازهای مخاطبان است، حاصل تفکر باراری مسئولی بر جامعه‌ی نشر است. بی‌پرده آن‌که عنوان پر زرق و برق، دستاویز قرار دادن مضمون‌های نو با هدف فروش بالا و طولیل کردن سیاهه‌ی سابقه‌ی علمی، نمی‌تواند دلیل محکمی برای چاپ و نشر کتابی باشد که خواننده‌ی مشتاق با صرف هزینه‌های نه چندان کم آن را تهیه می‌کند؛ به امید آن که چیزی از آن بیاموزد.

باید پذیرفت که انگیزه‌ی نوشتن کم از محتوای نوشته نیست و بین این دو رابطه‌ای مستقیم برقرار است. اگر انگیزه از نوشتن، تولید دانش باشد، بی‌شک نویسند از قلم بی‌محتوا و کم‌عمق پرهیز می‌کند و اگر دغدغه‌ی دانش و فرهنگ زخم‌خورده در میان باشد، ناشر تنها به عنوان پرطمطراق بسنده نمی‌کند.

و چقدر امروزه، فرهنگ و دانش این مرز و بوم که گرفتار آفت بی‌انگیزگی و زخم هوس است، نیازمند ناشران و نویسندگانی است که نیت‌شان کمک به رشد دانش و ارتقای فرهنگ جامعه است و به‌راستی که التیامی بر این درد نیست، مگر نویسندگانی که قدر خود و دیگران را می‌دانند و خوب می‌فهمند که کتاب ابزار سودجویی‌های مغرضانه نیست و می‌کوشند تا خود را از هرگونه شهوت نام و رسم و ثروت تهی کنند.

انتشارات دانشگاهی کیان خود را بری از عیب و خطا نمی‌داند، اما همواره بیش از پیش می‌کوشیم تا، در راستای تولید علم و نشر کتاب‌های پرمحتوا، دست نویسندگانی که انگیزه‌ی پاک دارند را بفشاریم و در کنارشان باشیم و، از خداوند متعال می‌خواهیم که در این مسیر صعب و پرخطر در سایه‌ی لطف و عنایت خود از آن‌چه به عهده‌ی ما نهاده شده، سربلند و پیروز برآییم.

انتشارات دانشگاهی کیان

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱۷
۱-۱ هدف	۱۸
۲-۱ سابقه‌ی تاریخی	۱۹
۱-۲-۱ قنات	۱۹
۲-۲-۱ نظریه‌های آب زیرزمینی	۲۰
۳-۲-۱ نظریه‌های مرتبط با سدهای جدید	۲۳
۳-۱ تقاضای برداشت و مصرف آب	۲۴
۴-۱ بهره‌برداری از منابع‌های آب زیرزمینی	۲۷
۵-۱ آب زیرزمینی در چرخه‌ی هیدرولوژی	۲۹
۱-۵-۱ چرخه‌ی هیدرولوژیک	۲۹
۲-۵-۱ سیستم جریان آب زیرزمینی در چرخه‌ی هیدرولوژی	۳۵
۶-۱ بیلان هیدرولوژیک	۴۱
۷-۱ منابع‌های اطلاعاتی آب زیرزمینی	۵۱
۱-۷-۱ منابع‌های اینترنت	۵۱
۲-۷-۱ نشریه‌های سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده‌ی آمریکا	۵۱
۳-۷-۱ انتشارات	۵۵
۸-۱ منابع‌های داده‌های آب زیرزمینی	۵۵
۱-۸-۱ داده‌های سایت NWIS	۵۷
۲-۸-۱ داده‌ی واقعی	۵۸
مسئله‌ها	۶۰
منابع و مراجع	۶۱
فصل دوم: پیدایش آب زیرزمینی	۶۵
۱-۲ منشأ و سن آب زیرزمینی	۶۶
۲-۲ اثر خصوصیت‌های سنگ‌ها بر آب زیرزمینی	۶۸

۶۸	۱-۲-۲ آبخوان‌ها
۶۹	۲-۲-۲ تخلخل
۷۳	۳-۲-۲ طبقه‌بندی خاک
۷۵	۴-۲-۲ تخلخل و حجم معرف آن
۷۶	۵-۲-۲ سطح ویژه
۸۰	۳-۲ توزیع عمودی آب زیرزمینی
۸۱	۴-۲ منطقه‌ی نهویه
۸۱	۱-۴-۲ منطقه‌ی رطوبت خاک
۸۱	۲-۴-۲ منطقه‌ی میانی
۸۲	۳-۴-۲ منطقه‌ی مویینگی
۸۵	۴-۴-۲ اندازه‌گیری درصد رطوبت
۸۶	۵-۴-۲ آب در دسترس
۸۶	۵-۲ منطقه‌ی اشباع
۸۷	۱-۵-۲ نگهداشت ویژه
۸۷	۲-۵-۲ آبدهی ویژه
۸۹	۶-۲ سازندهای زمین‌شناسی آبخوان‌ها
۹۰	۱-۶-۲ رسوبات آبرفتی
۹۱	۲-۶-۲ سنگ آهک
۹۴	۳-۶-۲ سنگ‌های آتشفشانی
۹۴	۴-۶-۲ ماسه‌سنگ
۹۴	۵-۶-۲ سنگ‌های آذرین و دگرگونی
۹۴	۶-۶-۲ رس
۹۵	۷-۲ انواع آبخوان‌ها
۹۵	۱-۷-۲ آبخوان آزاد
۹۶	۲-۷-۲ آبخوان‌های محصور
۹۷	۳-۷-۲ آبخوان نشتی
۹۷	۴-۷-۲ آبخوان ایده‌آل
۹۸	۸-۲ ضریب ذخیره
۱۰۰	۹-۲ آب زیرزمینی حوضه‌ای/ منطقه‌ای
۱۰۱	۱-۹-۲ آبخوان دشت‌های مرتفع

۱۰۵.....	۲-۹-۲ سیستم آبخوان دشت ساحلی خلیج
۱۰۹.....	۱۰-۲ چشمه‌ها
۱۰۹.....	۱-۱۰-۲ چشمه چیست؟
۱۱۳.....	۲-۱۰-۲ آبخوان ادواردز تخلیه از چشمه‌ها
۱۱۸.....	۱۱-۲ پدیده‌ی هیدروترمال (آب گرمایی)
۱۱۸.....	۱-۱۱-۲ چشمه‌های گرمایی
۱۲۱.....	۲-۱۱-۲ منبع‌های انرژی زمین‌گرمایی
۱۲۱.....	۱۲-۲ آب زیرزمینی در مناطق منجمد دائمی
۱۲۳.....	۱۳-۲ آب زیرزمینی در ایالات متحده
۱۳۰.....	مسئله‌ها
۱۳۳.....	منابع و مراجع
۱۳۷.....	فصل سوم: حرکت آب زیرزمینی
۱۳۸.....	۱-۳ قانون داریسی
۱۳۸.....	۱-۱-۳ واسنجی تحقیق‌های آزمایشگاهی قانون داریسی
۱۴۱.....	۲-۱-۳ سرعت داریسی
۱۴۲.....	۳-۱-۳ حدود اعتبار قانون داریسی
۱۴۴.....	۲-۳ نفوذپذیری
۱۴۴.....	۱-۲-۳ نفوذپذیری ذاتی
۱۴۴.....	۲-۲-۳ هدایت هیدرولیکی
۱۴۵.....	۳-۲-۳ ضریب قابلیت انتقال
۱۴۵.....	۴-۲-۳ هدایت هیدرولیکی مواد زمین‌شناسی
۱۴۶.....	۳-۲ تعیین هدایت هیدرولیکی
۱۴۶.....	۱-۳-۳ فرمول‌ها
۱۴۸.....	۲-۳-۳ روش‌های آزمایشگاهی
۱۵۳.....	۴-۳-۳ روش گمانه اوگر
۱۵۵.....	۵-۳-۳ آزمایش پمپاژ چاه‌ها
۱۵۵.....	۴-۳ آبخوان‌های ناهمسان

۱۵۹.....	۵-۲ نرخ جریان آب زیرزمینی.....
۱۶۱.....	۶-۲ جهت جریان آب زیرزمینی.....
۱۶۱.....	۱-۶-۲ شبکه‌ی جریان.....
۱۶۴.....	۲-۶-۲ جریان مرتبط با خط‌های تراز آب زیرزمینی.....
۱۷۰.....	۳-۶-۲ جریان عبوری از سطح آب.....
۱۷۲.....	۴-۶-۲ جریان عبوری از مرز هدایت هیدرولیکی.....
۱۷۴.....	۵-۶-۲ الگوهای جریان منطقه‌ای.....
۱۸۰.....	۷-۲ انتشار.....
۱۸۰.....	۱-۷-۲ مفهوم.....
۱۸۲.....	۲-۷-۲ انتشار و هیدرولوژی آب زیرزمینی.....
۱۸۳.....	۸-۲ ردیاب‌های آب زیرزمینی.....
۱۸۴.....	۹-۲ معادله‌های عمومی جریان.....
۱۸۷.....	۱۰-۲ جریان غیراشباع.....
۱۸۸.....	۱-۱۰-۲ جریان در خاک‌های غیراشباع.....
۱۹۲.....	۲-۱۰-۲ هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....
۱۹۷.....	۳-۱۰-۲ جریان‌های قائم و افقی.....
۱۹۹.....	۱۱-۲ امواج جنبشی.....
۲۰۰.....	۱۲-۲ نفوذ؛ روش گرین - آمپت.....
۲۱۱.....	مسئله‌ها.....
۲۱۷.....	منابع و مراجع.....
۲۲۳.....	فصل چهارم: هیدرولیک چاه‌ها.....
۲۲۴.....	۱-۴ جریان یک‌بعدی در شرایط پایدار.....
۲۲۴.....	۱-۱-۴ آبخوان محصور.....
۲۲۵.....	۲-۱-۴ آبخوان آزاد (غیرمحصور).....
۲۲۸.....	۳-۱-۴ جریان پایهای ورودی به آبراهه.....
۲۳۲.....	۲-۴ جریان شعاعی پایدار در یک چاه.....
۲۳۳.....	۱-۲-۴ آبخوان محصور.....
۲۳۹.....	۲-۲-۴ آبخوان آزاد.....
۲۴۳.....	۳-۲-۴ آبخوان آزاد با تغذیه‌ی یکنواخت.....
۲۴۵.....	۳-۴ چاه با جریان یکنواخت.....

۴-۴	جریان شعاعی ناپایدار در آبخوان محصور	۲۴۷
۴-۴-۱	معادله‌ی غیرتعادلی چاه در حال پمپاژ	۲۴۷
۴-۴-۲	حل با روش تایس	۲۴۹
۴-۴-۳	حل با روش کوپر-ژاکوب	۲۵۳
۴-۴-۴	حل با روش چاو	۲۵۶
۴-۴-۵	آزمایش بازیافت	۲۵۸
۵-۴	جریان شعاعی ناپایدار در آبخوان آزاد	۲۶۰
۶-۴	جریان شعاعی ناپایدار در یک آبخوان نشستی	۲۶۶
۷-۴	جریان چاه در نزدیک مرزهای آبخوان	۲۷۰
۷-۴-۱	جریان چاه در نزدیکی یک رودخانه	۲۷۰
۷-۴-۲	جریان چاه در نزدیکی مرز نفوذناپذیر	۲۷۷
۷-۴-۳	جریان چاه در نزدیکی سایر مرزها	۲۸۱
۷-۴-۴	موقعیت مرزهای آبخوان	۲۸۵
۸-۴	سامانه‌های چند چاهی	۲۸۶
۹-۴	چاه‌های با نفوذ نسبی یا ناقص در آبخوان	۲۹۰
۱۰-۴	جریان چاه برای شرایط خاص	۲۹۴
	مسئله‌ها	۲۹۵
	منابع و مراجع	۳۱۰
	فصل پنجم: چاه‌های آب	۳۱۳
۱-۵	گمانه‌های آزمایشی و لوگ‌های چاه	۳۱۴
۲-۵	روش‌های حفر چاه‌های کم‌عمق	۳۱۵
۲-۵-۱	چاه‌های دستی	۳۱۸
۲-۵-۲	چاه‌های مته‌ای	۳۲۰
۲-۵-۳	چاه‌های رانشی	۳۲۳
۲-۵-۴	چاه‌های فورانی	۳۲۵
۳-۵	روش‌های حفر چاه‌های عمیق	۳۲۶
۳-۵-۱	روش حفاری ضربه‌ای	۳۳۲

۳۳۵.....	۲-۳-۵ روش حفاری دورانی
۳۳۷.....	۳-۳-۵ روش حفاری دورانی با هوا
۳۳۸.....	۴-۳-۵ روش حفاری ضربه‌ای- دورانی
۳۳۸.....	۵-۳-۵ روش حفاری دورانی با جریان معکوس
۳۳۹.....	۴-۵ تکمیل چاه.....
۳۳۹.....	۱-۴-۵ لوله‌های جدار چاه
۳۴۰.....	۲-۴-۵ سیمان شدن.....
۳۴۰.....	۳-۴-۵ لوله‌های مشبک
۳۴۶.....	۴-۴-۵ گراول پک
۳۴۷.....	۵-۵ توسعه‌ی چاه.....
۳۴۸.....	۱-۵-۵ پمپاژ.....
۳۴۸.....	۲-۵-۵ ضربه به آب چاه (سمبه‌زنی)
۳۴۹.....	۳-۵-۵ سمبه‌زنی با هوا
۳۴۹.....	۴-۵-۵ شستشوی معکوس با هوا
۳۵۱.....	۵-۵-۵ توسعه‌ی چاه با جت هیدرولیکی
۳۵۱.....	۶-۵-۵ توسعه‌ی چاه توسط مواد شیمیایی
۳۵۲.....	۷-۵-۵ شکستگی هیدرولیکی.....
۳۵۲.....	۸-۵-۵ مواد منفجره.....
۳۵۲.....	۶-۵ آزمایش چاه‌ها برای آینده‌ی.....
۳۵۲.....	۷-۵ تجهیزات پمپاژ.....
۳۵۴.....	۱-۷-۵ کل بار پمپاژ.....
۳۵۵.....	۲-۷-۵ پمپ‌های چاه‌های کم‌عمق.....
۳۵۶.....	۳-۷-۵ پمپ‌های چاه‌های عمیق.....
۳۵۸.....	۸-۵ حفاظت از چاه‌ها.....
۳۵۸.....	۱-۸-۵ حفاظت بهداشتی.....
۳۶۱.....	۲-۸-۵ حفاظت در برابر یخ‌زدگی.....
۳۶۱.....	۳-۸-۵ رهاکردن چاه‌ها.....
۳۶۲.....	۹-۵ احیای چاه.....
۳۶۴.....	۱۰-۵ چاه‌های افقی.....
۳۶۴.....	۱-۱۰-۵ گالره‌های نفوذ.....

۳۶۵.....	۲-۱۰-۵ لوله‌های افقی
۳۶۶.....	۳-۱۰-۵ چاه‌های جمع‌کننده
۳۶۸.....	۱۱-۵ مشخصات افت چاه
۳۶۸.....	۱-۱۱-۵ افت چاه
۳۷۰.....	۲-۱۱-۵ ارزیابی افت چاه
۳۷۶.....	۱۲-۵ ظرفیت ویژه و راندمان چاه
۳۷۹.....	۱۳-۵ آزمایش‌های اسلاگ
۳۷۹.....	۱-۱۳-۵ تعریف
۳۸۰.....	۲-۱۳-۵ رهنمودهای طراحی
۳۸۱.....	۳-۱۳-۵ عملکرد آزمایش‌های اسلاگ
۳۸۳.....	۴-۱۳-۵ روش‌های تحلیل داده‌های آزمایش اسلاگ
۳۸۶.....	۱۴-۵ آزمایش‌های اسلاگ برای سازندهای محصور
۳۸۷.....	۱-۱۴-۵ روش کوپر، پایادوپرنوس و بردهوفت
۳۹۱.....	۲-۱۴-۵ روش ورسلف
۳۹۵.....	۱۵-۵ آزمایش‌های اسلاگ برای سازندهای نامحصور (آزاد)
۳۹۶.....	۱-۱۵-۵ روش بوور واریس
۴۰۴.....	۲-۱۵-۵ روش داگان
۴۰۸.....	۳-۱۵-۵ مدل KGS
۴۱۰.....	۱۶-۵ آزمایش‌های اسلاگ برای سازندهای با نفوذپذیری بالا
۴۱۱.....	۱۷-۵ تأثیر پوسته‌گذاری چاه
۴۱۱.....	مسئله‌ها
۴۱۹.....	منابع و مراجع