

آبهای زیرزمینی

(مهندسی و استخراج)

تدوین و گردآوری

مهندس سید محمد موسوی

مهندس سلمه افشار

سرشناسه	: موسوی، سیدمحمد، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: آبهای زیرزمینی (مهندسی و استخراج) / تدوین و گردآوری سیدمحمد موسوی، سلمه افشار.
مشخصات نشر	: تهران: ترجمان خرد، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۴ص.
شابک	: 978-600-5202-47-2
وضعیت فهرست‌رزی	: فیا
موضوع	: آب‌های زیرزمینی — حفاری و استخراج
شناسه افزوده	: افشار، سلمه
رده بندی کنگره	: TD ۳۰۴۸/۲۲۸ ۱۳۹۱
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۰۶۹۷۵

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



مؤسسه آموزش عالی آسپار
(نیزدقی غیرانتفاعی)



انتشارات ترجمان خرد

آبهای زیرزمینی (مهندسی و استخراج)

تدوین و گردآوری: سیدمحمد موسوی، سلمه افشار

وزیری، ۲۴۴ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۳۹۱

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۲۰۲-۴۷-۲

قیمت: ۷۵۰۰۰ ریال

تلفن پخش: ۰۹۳۸۷۷۷۴۱۸۲، ۰۵۱۱-۸۶۶۱۷۷۲

به نام خدا

گسترش علم و دانش یکی از اساسی‌ترین و ارزشمندترین آموزه‌های دین مبین اسلام و مورد تاکید پیامبر اکرم و ائمه معصومین می‌باشد. در این راستا موسسه آموزش عالی اسرار مشهد اقدام به چاپ و نشر کتابهای تخصصی درسی و کمک درسی آموزش عالی نموده است. امید است استادان و پژوهشگران گرانقدر با ارائه اثرات ارزشمند خود ما را در این راه یاری نمایند. باشد که قدمی هرچند کوچک در جهت اعتلای اخلاق، فرهنگ و دانش بشری برداشته و موجبات پیشرفت و تعالی دانشجویان و دانش‌پژوهان کشور عزیزمان، ایران را فراهم نماییم.

موسسه آموزش عالی اسرار مشهد

فهرست مطالب

۱۱	 مقدمه
۱۳	 فصل اول: آب‌های زیر زمینی
۱۴	 ۱- گردش آب در طبیعت
۱۵	 ۲- نظریه‌های مربوط به منشأ آب‌های زیر زمینی
۱۷	 ۳- وضعیت آب در لایه‌های زمین
۱۷	 ۳-۱- بخش تهویه یا غیر اشباع
۱۹	 ۳-۲- بخش اشباع
۱۹	 ۴- آبخوان (سفره آب زیر زمینی یا لایه آبشار)
۱۹	 ۴-۱- سفره آب آزاد
۲۰	 ۴-۲- سفره آب نیمه آزاد
۲۰	 ۴-۳- سفره آب تحت فشار یا محصور
۲۱	 ۴-۴- سفره آب معلق
۲۲	 ۵- مشخصات سفره آبدار
۲۲	 ۵-۱- سطح ایستابی
۲۲	 ۵-۲- سطح پیزومتریک
۲۳	 ۵-۳- تخلخل
۲۴	 ۵-۴- نفوذپذیری
۲۵	 ۶- زمین‌شناسی سفره‌های آبدار
۲۵	 ۶-۱- سنگهای آذرین، دگرگونی و رسوبی
۳۱	 ۶-۲- زمین‌شناسی سفره‌های آبدار آبرفتی
۳۴	 ۶-۳- رسوبات منفصل آبدار
۳۷	 ۶-۴- زمین‌شناسی سازندهای متراکم (سنگی) آبدار
۳۸	 ۷- روشهای بهره‌برداری از منابع آب زیر زمینی
۳۸	 ۷-۱- چشمه‌ها
۴۰	 ۷-۲- حفر قنات یا کاریز
۴۲	 ۷-۳- حفر چاه

- ۵۰ ۸- خواص فیزیکی و شیمیایی آبهای زیرزمینی
- ۵۰ ۸-۱- خواص فیزیکی
- ۵۱ ۸-۲- خواص شیمیایی
- ۵۳ فصل دوم: حفاری
- ۵۵ ۱- انواع چال یا چاه
- ۵۵ ۱-۱- چالها یا چاههای اکتشافی
- ۵۶ ۱-۲- چالها یا چاههای استخراجی
- ۵۶ ۱-۳- چالها یا چاههای تکنیکی
- ۵۷ ۲- انواع زمین از نظر حفاری
- ۵۸ ۳- انواع سیستمهای حفاری
- ۵۸ ۳-۱- روش حفاری دستی
- ۵۹ ۳-۲- روش حفاری ضربه ای
- ۶۷ ۳-۳- روش حفاری چرخشی یا دورانی مکانیکی
- ۷۴ ۳-۴- روش حفاری ضربه ای - چرخشی
- ۸۲ ۴- متدهای حفاری و انواع آن
- ۸۲ ۴-۱- انواع متدها
- ۸۲ ۴-۲- انواع متدهای حفاری چرخشی
- ۸۸ ۴-۳- عملکرد متدها
- ۸۸ ۴-۴- متدهای مورد استفاده در سیستم حفاری ضربه ای
- ۹۰ ۵- گِل حفاری
- ۹۱ ۵-۱- وظایف گِل حفاری
- ۹۳ ۵-۲- خصوصیات گِل حفاری
- ۹۵ ۶- متغیرهای مؤثر در پیشرفت عملیات حفاری
- ۹۵ ۶-۱- متغیرهای غیر وابسته
- ۹۵ ۶-۲- متغیرهای وابسته
- ۹۵ ۶-۳- متغیرهای جانبی
- ۹۶ ۷- تأثیر عوامل زمین شناسی و تکنیکی در حفاری
- ۹۶ ۷-۱- شیب و امتداد لایه ها
- ۹۶ ۷-۲- چین خوردگی
- ۹۶ ۷-۳- گسلها
- ۹۷ ۷-۴- هوازدگی و فرسایش
- ۹۷ ۸- جداسازی سفره های آبی با کیفیت متفاوت
- ۹۸ ۸-۱- سفره های آب زیرزمینی آزاد

۹۹	۸-۲- سفره‌های آب زیرزمینی تحت فشار
۱۰۲	۹- نمونه‌گیری
۱۰۶	۹-۱- نحوه بررسی نمونه‌ها
۱۰۷	فصل سوم: عملیات لوله‌گذاری
۱۰۷	۱- عملیات لوله‌گذاری چاه
۱۰۷	۱-۱- لوله‌های جدار چاه
۱۱۲	۱-۲- انواع کاربرد لوله‌های جدار
۱۱۷	۱-۳- عملیات لوله‌گذاری
۱۲۲	۲- صافی شنی (گراول پکینگ)
۱۲۲	۲-۱- گراول ریزی دور لوله جدار
۱۲۷	فصل چهارم: توسعه و پمپاژ چاه
۱۲۷	۱- عملیات توسعه چاه
۱۲۷	۱-۱- توسعه طبیعی چاه
۱۲۹	۱-۲- توسعه مصنوعی چاه
۱۳۰	۲- تعیین اندازه شبکه‌ها برای توسعه لایه آبدار
۱۳۱	۳- توسعه به کمک پمپاژ بیش از ظرفیت و بازشویی چاه
۱۳۲	۴- توسعه به روش شستشوی چاه
۱۳۲	۴-۱- آبکشی متناوب از چاه
۱۳۲	۴-۲- شستشو و توسعه چاه به وسیله پمپ گل
۱۳۳	۴-۳- شستشو و توسعه به کمک شوای فشرده
۱۳۴	۴-۴- شستشو و توسعه به کمک فوران شدید آب
۱۳۵	۴-۵- توسعه سفره آب به روش پیستون‌زنی
۱۳۵	۵- تکمیل توسعه به کمک پمپاژ
۱۳۵	۶- آزمایش پمپاژ
۱۳۷	۶-۱- قانون دارسی
۱۳۸	۶-۲- اختصاصات هیدرولیکی
۱۳۹	۷- افت سطح آب در زمان پمپاژ
۱۴۱	۸- تجهیزات پمپاژ
۱۴۳	۹- روشهای انجام آزمایش پمپاژ
۱۴۴	۹-۱- آزمایش پمپاژ با آبدهی ثابت
۱۴۴	۹-۲- آزمایش پمپاژ با آبدهی متغیر
۱۴۵	۹-۳- آزمایش پمپاژ با افت ثابت

۱۴۶	۱۰- روشهای اندازه گیری آبدهی چاه
۱۴۶	۱۰-۱- محاسبه آبدهی به روش مستقیم حجمی
۱۴۶	۱۰-۲- محاسبه آبدهی به روش غیر مستقیم
۱۵۳	۱۱- حالات مختلف پمپاژ
۱۵۳	۱۱-۱- پمپاژ در چاه معمولی
۱۵۳	۱۱-۲- پمپاژ در چاه اکتشافی همراه با چاه پیزومتر
۱۵۳	۱۱-۳- پمپاژ در سازندهای ریزدانه
۱۵۴	۱۱-۴- پمپاژ در سازندهای درشت دانه
۱۵۴	۱۱-۵- پمپاژ در سازندهای آهکی
۱۵۴	۱۱-۶- پمپاژ در چاههای گازدار
۱۵۴	۱۱-۷- پمپاژ چاههای تحت فشار و آرتزین
۱۵۵	۱۱-۸- پمپاژ همزمانی
۱۵۷	فصل پنجم: پدیده‌های مرتبط با استخراج آبهای زیرزمینی
۱۵۷	۱- ویدئومتری چاههای آب
۱۵۸	۱-۱- تعریف ویدئومتری
۱۵۸	۱-۲- بازیابی چاه‌های آب (Water Well Rehabilitation)
۱۵۹	۱-۳- ساختمان دستگاه ویدئومتر
۱۵۹	۱-۴- کاربرد ویدئومتر در چاههای آب
۱۶۲	۱-۵- مشکلات چاههای آب و عوامل ایجاد این مشکلات
۱۶۵	۱-۶- روشهای بازیابی چاههای آب
۱۶۶	۲- گسیختگی لوله جدار چاهها
۱۶۶	۲-۱- معرفی پدیده گسیختگی لوله جدار چاه
۱۶۶	۲-۲- عوارض گسیختگی لوله جدار چاه
۱۶۷	۲-۳- نمونه‌هایی از پدیده گسیختگی لوله جدار در جهان
۱۶۸	۲-۴- نمونه‌هایی از پدیده فرونشست و گسیختگی لوله جدار چاهها در ایران
۱۷۱	۲-۵- بررسی نشست زمین در دشت نیشابور
۱۷۸	۲-۶- بررسی نشست زمین در دشت مشهد
	۲-۷- اهمیت بررسی تأثیر فرونشست ناشی از بهره‌برداری آبهای زیرزمینی بر لوله جدار چاههای آب
۱۹۱	۲-۸- پدیده‌های حاصل از استخراج سیال بر سازند و لوله جدار
۱۹۵	۲-۹- تأثیر مؤلفه‌های مربوط به معماری چاه در وقوع پدیده گسیختگی لوله جدار چاه
۱۹۷	۲-۱۰- تنشها و نیروهای وارد بر لوله جدار چاههای آب
۲۰۱	۲-۱۱- فشارهای ناشی از محیط اطراف (روباره) چاه

۲-۱۲- تأثیرات افت سطح استاتیک و دینامیک سطح آب بر تخریب چاهها.....	۲۰۲
۲-۱۳- عوامل فنی تأثیرگذار بر تخریب و گسیختگی در چاهها.....	۲۰۸
۲-۱۴- ارائه راهکارهایی به منظور پیش گیری و یا تأخیر در بروز پدیده تخریب چاههای آب.....	۲۱۲
واژدها و اصطلاحات حفاری آب.....	۲۱۳
واژنامه فارسی - انگلیسی.....	۲۱۳
واژنامه انگلیسی - فارسی.....	۲۲۵
فهرست منابع.....	۲۳۹

مقدمه

آبهای موجود در کره زمین در طی مسیری به نام چرخه آب در حال تغییر و جابه جایی مداوم می باشند. این آبها برای بشر نیازهای فراوانی را از تأمین منابع غذایی گرفته تا حمل و نقل و تأمین انرژی برطرف می سازند. با این همه مهمترین نقشی که آب در کره زمین برای بشر بر عهده دارد تأمین آب مورد نیاز اوست.

نیاز انسان به آب همچنان در حال افزایش است و میزان این آب مصرفی چنان افزایش یافته است که دیگر قابل مقایسه با بارشهای جوی نبوده و بسیار بیشتر از آن است. رفع مشکل کمبود آب امروزه در بسیاری از کشورهای جهان به عنوان یکی از امور مهم در نظر گرفته شده است. با توجه به روند افزایش جمعیت در جهان قاعدتاً در سالهای آینده مشکل کمبود آب به عنوان یک امر مسئله ساز و بحرانی برای بشر مطرح خواهد شد. به طوری که از هم اکنون به روشهای مختلفی از جمله اجرای پروژه های تغذیه مصنوعی و همچنین کنترل میزان آب بهره برداری شده، سعی بر این است که از بحرانی تر شدن شرایط موجود جلوگیری گردد.

در کشور ما نیز رشد روزافزون جمعیت، صنعت و کشاورزی در چند دهه اخیر، از یک سو موجب افزایش بهره برداری و مصرف منابع آب گردیده و از طرف دیگر متأسفانه به شکلهای مختلف باعث آسیب رساندن و آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی شده است.

با توجه به این که بخش وسیعی از ایران را مناطقی با بازندگی کم سالانه پوشانده است، منابع آب زیرزمینی به عنوان مهمترین منبع تأمین کننده آب کشور به ویژه در مناطق خشک و نیم خشک مطرح می باشد.

منابع آب زیرزمینی به شکلهای مختلفی و در طی گذشت زمانهای طولانی در زمینهای آبرفتی، سنگهای رسوبی، آذرین، دگرگونی و حتی فضاهای بزرگ زیرزمینی ذخیره شده است. از این مخازن زیرزمینی به روشهای متفاوتی همچون چشمه های طبیعی، حفر قنات و چاه بهره برداری می شود. امروزه در بسیاری از دشتهای کشور همچون دشت مشهد، نیشابور و رفسنجان چاههای بسیار فراوانی به منظور برداشت از سفره های آب زیرزمینی حفر گردیده است. چاههای حفر شده به منظور برداشت آب زیرزمینی در مناطقی با زمین شناسی متفاوت و با روشهای مختلفی حفاری گردیده و پس از تکمیل و تجهیز مورد بهره برداری قرار گرفته اند.

در این کتاب به مسائل مختلفی که در ارتباط با استخراج منابع آب زیرزمینی می‌باشند پرداخته شده است. در ابتدا کلیاتی در مورد منابع آب کره زمین و همچنین ارتباط منابع آبی با زمین‌شناسی مناطق مختلف بیان گردیده است. در ادامه نیز به روشهای مختلف بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی اشاره شده و توضیحاتی در مورد هر کدام از این روشها داده شده است.

با توجه به اهمیت موضوع حفر و بهره‌برداری از چاههای آب، به بررسی روشهای مختلف بهره‌برداری در زمینهای متفاوت و شرح عملیات تکمیل و تجهیز چاههای آب پرداخته شده است. همچنین مواردی از مؤلفه‌های مرتبط با کاهش بازدهی بهره‌برداری آب از چاهها و عواملی که موجب گسیختگی و تخریب چاهها می‌شوند ذکر گردیده و در پایان نیز راهکارهایی به منظور پیش‌گیری از آنها ارائه شده است.

امید است که با توجه به اهمیت ارتباط بسیار مهم بین استخراج منابع آب زیرزمینی و مسائل زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی، این کتاب بتواند با نگاه به جنبه‌های مشترک بین این علوم و ایجاد پیوند بین آنها گامی هر چند کوچک را در جهت پیشبرد علم و آشنایی متخصصان و علاقه‌مندان به این مباحث بردارد. بر خود لازم می‌دانیم از استادان محترم آقای دکتر محمد غفوری و آقای دکتر غلامرضا لشکری‌پور که زحمات فراوانی را در تعلیم و راهنمایی ما متحمل شده‌اند نهایت قدردانی را بنماییم و نیز از آقای دکتر مقیمی که در مراحل مختلف تهیه و چاپ کتاب حاضر ما را همراهی کردند تشکر نماییم. همچنین از دوستان بزرگوار به ویژه آقای مهندس محمد احسان محمدزاده لاری مدیر دفتر حفاظت و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، آقای مهندس محمدحسین فضل‌ارثی و آقای مهندس محمود عزیززاده کارشناسان محترم نظارت بر حفاری و پمپاژ چاه‌های عمیق استان خراسان رضوی، آقای عبدالرضا فتحی نجفی کارشناس ارشد بخش مطالعات آبهای زیرزمینی شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی و نیز مسئولان محترم مؤسسه آموزش عالی اسرار که در تهیه و نشر این کتاب همکاری داشته‌اند، صمیمانه سپاسگزاریم.

با توجه به این که هیچ اثری بدون نقص نیست، از همه دوستان و متخصصان آبهای زیرزمینی، زمین‌شناسی مهندسی و زمین‌شناسی که کاستی‌ها را به منظور رفع آنها متقبل نمایند پیشاپیش تشکر می‌کنیم. در پایان فرصت را غنیمت شمرده و از والدین عزیزمان که با تحمل مشاوارها، سبب شدند تا در کمال آسودگی خیال و فراغت بال، شوق آموختن در ما زنده بماند خالصانه سپاسگزاریم.