

بر آورد تغذیه آب زیرزمینی

مؤلف:

ریچارد هیل

مترجمان:

دکتر محمد ابراهیم تیزرو

مرشد کمالی

میثم ربانی فر

مرکز نشر دانشگاه

۱۳۹۲

هیلی، ریچارد	TD
برآورد تغذیه آب زیرزمینی، ریچارد هیلی؛ ترجمه عبدالله طاهری نیزرو، مرتضی کمالی، میثم ربانی فر.	۴۰۴
همدان: مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۹۲.	۴ ب ۹ هـ /
۵۱۰ ص. مصور. جدول. نمودار	۱۳۹۲
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۳۸-۹	
۱. مدل های ریاضی. الف. عنوان. ب. طاهری، عبدالله، مترجم، ج. کمالی، مرتضی، مترجم، د. ربانی فر، میثم، مترجم	
۶۲۷/۵۶	

عنوان:	برآورد آب زیرزمینی
مؤلف:	ریچارد هیلی
مترجمان:	دکتر عبدالله طاهری، مرتضی کمالی، میثم ربانی فر
ناشر:	مرکز نشر دانشگاه بوعلی سینا
مدیر مرکز نشر:	محمدجواد بدلی
چاپخانه:	گیتی
صفحه و قطع:	۵۱۰ - وزیری
نوبت چاپ:	اول
تیراژ:	۱۰۰۰
قیمت:	۲۰۰۰۰ تومان
تاریخ انتشار:	۱۳۹۲
شماره کتاب:	۳۰۸ / ک
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۸-۱۳۸-۹

کلیه حقوق برای انتشارات دانشگاه بوعلی سینا محفوظ است

مراکز فروش در همدان: ۱. دانشگاه بوعلی سینا، اداره انتشارات تلفکس: ۸۲۹-۰۸۰۰۸۰۰

۲. خیابان شهید حسین فهمیده، روبروی پارک مردم، فروشگاه اداره انتشارات

۳. خیابان مهدیه روبروی خانه معلم - انتشارات دانشجو

نماینده گي فروش در تهران ۱. موسسه کتابيران، ميدان انقلاب، خيابان لبافى نژاد غربى (بعد از چهار راه رگرج جنوبى)،

بعد از فروشگاه شيلات، پلاک ۲۳۷ تلفن: ۶۶۴۲۳۴۱۶-۶۶۴۲۶۶۸۷

۱. نوپردازان، ميدان انقلاب، خيابان لبافى نژاد، بين ۱۲ فروردين و ارديبهشت، پلاک ۲۰۶ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار

سپاسگزاری

فصل ۱- تغذیه آب زیرزمینی

۱.۱	مقدمه	۱
۱.۲	اصطلاحات	۵
۱.۳	مبانی بر کتاب	۸
۱.۴	وسعه مدل مفهومی فرآیندهای تغذیه	۱۱
۱.۴.۱	تغذیه در زمانی و مکانی	۱۴
۱.۴.۲	اقلیم	۱۶
۱.۴.۳	خاکها و زمینشناسی	۱۷
۱.۴.۴	توپوگرافی	۱۹
۱.۴.۵	هیدرولوژی	۱۹
۱.۴.۶	پوشش گیاهی و کاربری اراضی	۲۰
۱.۴.۷	ادغام عوامل چندگانه	۲۳
۱.۴.۸	استفاده از داده‌های موجود	۲۴
۱.۴.۹	مقایسه درون مکانی	۲۵
۱.۵	چالش‌های فرارو در برآورد تغذیه	۲۵
۱.۵.۱	عدم قطعیت در برآوردهای تغذیه	۲۵
۱.۵.۲	مقیاس‌های مکانی و زمانی برآوردهای تغذیه	۲۷
۱.۵.۳	هزینه‌ها	۲۹
۱.۶	بحث	۲۹

فصل ۲: روش‌های بیلان آب

۲.۱	مقدمه	۳۳
۲.۲	بیلان آب	۳۵
۲.۲.۱	عدم قطعیت در بیلان‌های آب	۴۲
۲.۳	کاربرد خردمقیاس	۴

۴۷	بارش	۲.۳.۱
۵۰	تبخیر و تعرق	۲.۳.۲
۵۳	تغییر در ذخیره	۲.۳.۳
۶۰	جریان سطحی	۲.۳.۴
۶۲	جریان زیرسطحی	۲.۳.۵
۶۸	کاربرد متوسط مقیاس	۲.۴
۶۹	بارش	۲.۴.۱
۷۰	تبخیر و تعرق	۲.۴.۲
۷۵	تغییر در ذخیره	۲.۴.۳
۷۶	جریان سطحی	۲.۴.۴
۷۷	جریان زیرسطحی	۲.۴.۵
۸۵	کاربرد بزرگ مقیاس	۲.۵
۸۷	بارش	۲.۵.۱
۸۸	تبخیر و تعرق	۲.۵.۲
۹۰	تغییر در ذخیره	۲.۵.۳
۹۱	استفاده غیرمستقیم از داده‌های سطحش از دور	۲.۵.۴
۹۲	بحث	۲.۶

فصل ۳: روش‌های مدل‌سازی

۹۳	مقدمه	۳.۱
۹۵	منابع داده‌ها	۳.۱.۱
۹۸	واستجی مدل و مدل‌سازی معکوس	۳.۲
۱۰۳	مدل‌های بیلان آب ناحیه غیراشباع	۳.۳
۱۰۴	مدل‌های بیلان آب خاک	۳.۳.۱
۱۱۱	مدل‌هایی که بر اساس معادله ریچاردز هستند	۳.۳.۲
۱۱۶	مدل‌های حوضه آبریز	۳.۴
۱۲۰	سیستم مدل‌سازی بارش-رواناب (PRMS)	۳.۴.۱
۱۲۶	مدل‌های جریان آب زیرزمینی	۳.۵
۱۳۹	مدل‌های ترکیبی حوضه آبریز و جریان آب زیرزمینی	۳.۶
۱۴۶	بزرگ مقیاس کردن برآوردهای تغذیه	۳.۷

۱۴۸	مدل‌های تجربی ساده	۳.۷.۱
۱۴۹	روش‌های رگرسیونی	۳.۷.۲
۱۵۳	روش‌های زمین آمار	۳.۷.۳
۱۵۴	سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی	۳.۷.۴
۱۵۷	تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری آبخوان	۳.۸
۱۶۱	بحث	۳.۹

فصل ۴: معرفی روش‌هایی که بر اساس داده‌های آب سطحی هستند

۱۶۵	مقدمه	۴.۱
۱۶۷	تبادلات جزیینی و آب سطحی	۴.۱.۱
۱۷۰	جرین پایداری	۴.۱.۲
۱۷۳	روش‌های پیلاب و رودخانه	۴.۲
۱۸۰	تعیین نشست از سن رودخانه	۴.۳
۱۸۰	نشست‌سنج‌ها	۴.۳.۱
۱۸۳	روش داریسی	۴.۳.۲
۱۸۵	تابع تحلیلی واکنش مرحله‌ای	۴.۳.۳
۱۸۶	منحنی‌های تداوم جریان رودخانه‌ای	۴.۴
۱۹۱	تجزیه و تحلیل فیزیکی هیدروگراف جریان	۴.۵
۱۹۲	روش‌های تجربی جداسازی هیدروگراف	۴.۵.۱
۱۹۸	تجزیه و تحلیل جابجایی منحنی پسرفت	۴.۵.۲
۲۰۶	تجزیه و تحلیل هیدروگراف شیمیایی و ایزوتوپی جریان رودخانه‌ای	۴.۶
۲۰۷	تجزیه و تحلیل اختلاط نقطه پایانی	۴.۶.۱
۲۱۲	روش تزریق ردیاب	۴.۶.۲
۲۱۵	بحث	۴.۷

فصل ۵: روش‌های فیزیکی: ناحیه غیراشباع

۲۱۹	مقدمه	۵.۱
۲۲۰	اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی ناحیه غیراشباع	۵.۲
۲۲۰	محتوای آب خاک	۵.۲.۱

۲۲۵.....	۵.۲.۲	بار فشاری.....
۲۲۶.....	۵.۲.۳	منحنی‌های هدایت هیدرولیکی و نگهداشت رطوبت.....
۲۳۱.....	۵.۳	روش سطح شار صفر.....
۲۴۶.....	۵.۴	روش‌های دارسی.....
۲۵۴.....	۵.۵	لایسیمتری.....
۲۶۷.....	۵.۶	بحث.....

فصل ۶: روش‌های فیزیکی: ناحیه اشباع

۲۶۹.....	۶.۱	ترقی.....
۲۷۰.....	۶.۱.۱	مقدمه.....
۲۷۱.....	۶.۲	روش‌های سطح استابی.....
۲۷۵.....	۶.۲.۱	دلایل نوین سطح استابی در آبخوان‌های غیر محصور.....
۲۸۲.....	۶.۲.۲	آبدهی ویژه.....
۲۹۴.....	۶.۲.۳	سیستم‌های صخره‌های شکاف.....
۳۰۳.....	۶.۳	روش‌هایی که بر اساس مدل‌های ساده هستند.....
۳۰۳.....	۶.۳.۱	تیس (۱۹۳۷).....
۳۰۴.....	۶.۳.۲	هانتوش (۱۹۵۶).....
۳۰۵.....	۶.۳.۳	شبکه‌های جریان.....
۳۰۷.....	۶.۴	تجزیه و تحلیل‌های سری زمانی.....
۳۰۹.....	۶.۵	سایر روش‌ها.....
۳۱۰.....	۶.۶	بحث.....

فصل ۷: روش‌های ردیاب شیمیایی (بر اساس تحقیقات بریج و راکانان)

۳۱۱.....	۷.۱	مقدمه.....
۳۱۷.....	۷.۲	ردیاب‌های ناحیه غیر اشباع.....
۳۲۴.....	۷.۲.۱	نمونه‌گیری ردیاب: ناحیه غیر اشباع.....
۳۲۶.....	۷.۲.۲	ردیاب‌های زیست محیطی طبیعی.....
۳۳۹.....	۷.۲.۳	ردیاب‌های تاریخی.....
۳۴۸.....	۷.۲.۴	ردیاب‌های کاربردی.....

۳۵۲.....	ردیاب‌های آب زیرزمینی.....	۷.۳
۳۵۴.....	روش‌های تعیین سن.....	۷.۳.۱
۳۶۲.....	ردیاب‌های زیست‌محیطی طبیعی.....	۷.۳.۲
۳۶۷.....	ردیاب‌های تاریخی.....	۷.۳.۳
۳۸۱.....	بحث.....	۷.۴

فصل ۸: روش‌های ردیاب گرمایی

۳۸۳.....	مقدمه.....	۸.۱
۳۸۵.....	گریان گرمایی زیرسطحی.....	۸.۲
۳۹۱.....	اندازه‌گیری.....	۸.۲.۱
۳۹۳.....	تغذیه پراکنده.....	۸.۳
۳۹۳.....	زهکشی پراکنده ناحیه زمین گرمایی.....	۸.۳.۱
۴۰۰.....	زهکشی پراکنده در ناحیه سطحی.....	۸.۳.۲
۴۰۱.....	تغذیه متمرکز.....	۸.۴
۴۱۲.....	بحث.....	۸.۵

فصل ۹: مرتبط ساختن روش‌های برآورد با مدل‌های مفهومی تغذیه آب زیرزمینی

۴۱۷.....	مقدمه.....	۹.۱
۴۱۸.....	ملاحظات موردنیاز به هنگام انتخاب روش‌های برآورد.....	۹.۲
۴۲۲.....	مقایسه روش‌ها.....	۹.۳
۴۳۳.....	خصوصیات تغذیه در مناطق آب زیرزمینی ایالات متحده.....	۹.۴
۴۳۵.....	رشته‌کوه‌های غربی.....	۹.۴.۱
۴۳۸.....	حوضه‌های آبرفتی.....	۹.۴.۲
۴۴۳.....	فلات آتشفشانی کلمبیا.....	۹.۴.۳
۴۴۵.....	فلات کلورادو.....	۹.۴.۴
۴۴۷.....	دشت‌های بلند.....	۹.۴.۵
۴۵۱.....	منطقه مرکزی بدون برف و یخ.....	۹.۴.۶
۴۵۴.....	منطقه مرکزی منجمد.....	۹.۴.۷

۴۵۷.....	منطقه آپالاچی بدون برف و یخ.....	۹.۴.۸
۴۵۸.....	منطقه آپالاچی منجمد.....	۹.۴.۹
۴۶۰.....	جلگه‌های ساحلی اقیانوس اطلس و خلیج.....	۹.۴.۱۰
۴۶۲.....	تغذیه در محیط‌های شهری.....	۹.۴.۱۱
۴۶۵.....	نظرات پایانی.....	۹.۵
۴۶۹.....	منابع.....	

www.ketab.ir

مقدمه

برآورد تغذیه آب زیرزمینی

شناخت و یافتن درک صحیح از تغذیه آب زیرزمینی به منظور مدیریت موفق منابع آب و نیز مدلسازی سیال و انتقال آلودگی در ناحیه زیرسطحی، ضروری بوده و دارای اهمیت می‌باشد. این کتاب به ارزیابی و بررسی تئوری و فرضیاتی می‌پردازد که در ضمن روش‌های برآورد آهنگ‌های تغذیه آب زیرزمینی در نظر گرفته می‌شوند. توضیحات جزئی‌تر در مورد هر یک از روش‌ها بیان خواهد شد و این امکان برای خوانندگان فراهم خواهد شد تا بسیاری از تکنیک‌ها را بدون نیاز به کتاب و با اتخاذ اضافی، بکار برند. مثال‌های کاربردهای بسیاری به برجسته نمودن مزایا و محدودیت‌های هر روش می‌پردازند و رهنمودی را در مورد انتخاب و کاربرد روش‌ها تحت شرایط ایده‌آل و غیر ایده‌آل ارائه می‌دهند. وجود بیش از ۸۰۰ منبع و مأخذ این امکان را برای کاربران علاقمند ایجاد می‌نماید تا اطلاعات هر روش را به شکل جزئی‌تری دنبال نمایند.

ملاحظات تئوریک و عملی در انتخاب و بکارگیری هر روش برآورد تغذیه آب زیرزمینی برای نخستین بار در یک کتاب و با بیانی یکنواخت، شرح داده شده است. هیدرولوژیست‌ها، متخصصین منابع آب، مهندسان عمران و کشاورزی، دانشمندان علوم زمین و محیط زیست و کشاورزان از این کتاب آموزنده و کاربردی، سود خواهند برد؛ همچنین این کتاب برای دوره‌های پیشرفته دانشگاهی در زمینه علوم آب زیرزمینی یا هیدروژئولوژی می‌تواند به عنوان یک متن جانبی مفید مورد استفاده قرار گیرد.

ریک هیلی (Rick Healy) به مدت بیش از ۳۰ سال در سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده به تحقیقات در مورد تغذیه آب زیرزمینی، بیلان آب سیستم‌های هیدرولوژیکی طبیعی یا تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی، و انتقال سیالات و آلاینده‌ها در خاک پرداخته است. همچنین او در دوره‌های کوتاه متعددی به فراگیری اطلاعاتی در مورد انتقال و جریان در ناحیه غیراشباع و مدلسازی آب زیرزمینی پرداخته است. او نخستین بار در سال ۱۹۹۴ به برگزاری یک دوره کوتاه آموزشی در مورد روش‌های برآورد تغذیه مبادرت ورزید و در طول ۱۵ سال گذشته، صدها استاد و دانشجو در این دوره‌ها شرکت نموده‌اند. مفاهیم مختلفی در این دوره‌ها بسط یافته و بر اساس برآورد تغذیه آب زیرزمینی شکل گرفته‌اند. ریک هیلی از ۶۰ مقاله علمی را نوشته و برنامه VS2DI مدل‌ها را به منظور شبیه‌سازی انتقال آب، املاح و گرما در میان محیط‌های متخلخل و غیریکنواخت اشباع، توسعه داده است. همچنین عضو جامعه دانش خاک آمریکا (Soil Science Society of America)، اتحادیه ژئوفیزیک آمریکا (American Geophysical Union) و جامعه زمین‌شناسی آمریکا (Geological Society of America) است.

پیشگفتار

آب‌های زیرزمینی بخشی جدایی‌ناپذیر از سیستم‌های هیدرولوژیکی هستند. هزاران سال است که انسان‌ها از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند، که این استفاده با گذشت زمان به صورت قابل توجهی در حال افزایش است. اما در دهه‌های اخیر درک ما از محدودیت‌ها و آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی نسبت به آلودگی‌ها، به حدی رسیده تا گام‌هایی را در راستای حفاظت از این منبع با ارزش برداریم. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در هرگونه بررسی عرضه و ذخیره آب‌های زیرزمینی و یا آسیب‌پذیری لایه آبدار، میزان آبی است که مجدداً وارد سیستم می‌شود. این میزان آب ورودی، همان آهنگ تغذیه است.

در کتاب‌های بسیاری به هیدرولوژی جریان آب زیرزمینی و انتقال آلودگی پرداخته شده است (نظیر فریز (Freez) و چری (Cherry)، ۱۹۷۹؛ دومنیکو (Domenico) و شوارتز (Schwartz)، ۱۹۹۸؛ تاد (Todd) و مایز (Meyer)، ۲۰۰۵). در تمامی این کتاب‌ها به اهمیت تغذیه اشاره شده، اما تنها اطلاعات محدودی در خصوص تشریح و تجزیه و تحلیل تکنیک‌ها و روش‌های برآورد تغذیه ارائه گردیده است. همچنین در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد بسیاری از دانشگاه‌ها، مباحثی نظیر هیدرولوژی، جریان آب زیرزمینی و انتقال آلودگی مطرح می‌گردد، اما همان‌طور که می‌بینید هیچ یک از دوره‌ها به صورت تخصصی به مبحث تغذیه آب زیرزمینی پرداخته نمی‌شود. این کتاب در تلاش است تا با ارائه تجزیه و تحلیلی نظام‌مند و جامع از روش‌های برآورد تغذیه، این خلأ را پر نماید.

مباحث مطرح شده در این کتاب می‌تواند برای هیدرولوژیست‌هایی که در زمینه مطالعات آب‌های زیرزمینی فعال هستند، بسیار مفید واقع گردد. همچنین، مطالب موجود در این کتاب می‌تواند برای متخصصین منابع آب، مهندسين عمران و کشاورزی،

زمین‌شناسان، ژئوشیمیست‌ها، متخصصین محیط زیست، متخصصین فیزیک خاک، متخصصین کشاورزی و آبیاری و دانشمندانی از سایر علوم که به نوعی با بخشی از فرآیندهای هیدرولوژیکی ارتباط دارند، سودمند باشد. از این کتاب می‌توان به عنوان یک متن جانبی یا یک سرفصل در دوره‌های تحصیلات تکمیلی یا کارشناسی ارشد رشته‌های آب زیرزمینی و یا هیدروژئولوژی نیز استفاده نمود. همچنین می‌توان از آن به عنوان یک کتاب مرجع در دوره‌های تحصیلی که به بررسی تغذیه آب زیرزمینی پرداخته می‌شود، بهره‌ای را کسب نمود. جنبه‌های عملی و نظری تکنیک‌های تغذیه به منظور انتخاب و بکارگیری تکنیک‌های مناسب، مورد بحث قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این کتاب، منظور از آنکه خوانندگان بتوانند از روش‌های مذکور به آسانی استفاده نمایند، به بیان برخی از نکات عالمانه پرداخته شده است.

با گذشت زمان و به واسطه توسعه بسیاری از موضوعات جدید در علم هیدرولوژی، این علم به شاخه‌ای متنوع تبدیل شده است. به همین دلیل است که تعداد اندکی از هیدرولوژیست‌ها قادرند اطلاعاتی در تمامی زمینه‌های هیدرولوژیکی تخصص دارند؛ زمینه‌هایی نظیر آب زیرزمینی آب سطحی، جریان و انتقال در لایه‌های غیراشباع، ژئوشیمی و نیز سایر زیرشاخه‌هایی که تنها به ذکر تمامی آن‌ها در این بخش نیستیم. فرض ما در نگارش این کتاب بر آن است که بیشتر خوانندگان پیش‌زمینه‌ای را از هیدرولوژی آب زیرزمینی دارند. با این حال، بکارگیری بسیاری از روش‌های شرح داده شده در این کتاب (نظیر تفکیک هیدروگراف جریان، سطح شار صفر، شبیه‌سازی حوضه آبریز) نیازمند داشتن اطلاعاتی در شاخه‌هایی به علم هیدرولوژی آب زیرزمینی نیز می‌باشد. یکی از چالش‌های فراوان در تألیف این کتاب، گردن روش‌هایست که به شاخه‌هایی غیر از هیدرولوژی آب زیرزمینی مرتبط می‌باشد. شاخه‌هایی نظیر هیدرولوژی آب‌های سطحی، جریان و انتقال آب در لایه غیراشباع، ژئوفیزیک، سنجش از دور و شیمی آب. به طور خاص، به تشریح پاره‌ای از جزئیات فرآیندهای رخ داده در لایه غیراشباع نیز پرداخته شده است. در بسیاری از روش‌های برآورد تغذیه آب زیرزمینی، به داشتن فرضیاتی در مورد مکانیسم و چگونگی حرکت آب در لایه غیراشباع نیاز است.

همچنین داشتن دیدی نسبت به فرآیندهای لایه غیراشباع، چارچوبی را جهت ارزیابی صحت آن فرضیات مهیا می‌کند.

سپاسگزاری

بخش عمده این کتاب، اقتباس یافته از تحقیقات اشخاصیست که در طی ۱۵ سال گذشته در زمینه تغذیه آب‌های زیرزمینی مطالعه کرده‌اند. از افراد ذیل که در بازبینی بخش بخش‌هایی از کتاب ما را یاری داده‌اند، کمال تشکر را داریم. این افراد عضو سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (US Geological Survey-USGS) هستند: کایل بلاش (K. Bohlke)، جیم بارتولینو (Jim Bartolino)، جی. کی. بالک (J. K. Bohlke)، آلیسا کاس (Alisa Cates)، جان ژارنکی (John Czarnecki)، ژئوف دلین (Geoff Delin)، کیت هالفورد (Keith Halford)، رندی هانسون (Randy Hunt)، بیل هرکلراث (Bill Herkelrath)، رندی هانک (Randy Hunt)، او کانینسکی (Ive Kuniansky)، استیو لوهید (Steve Loheide) (دانشگاه ویسکانسین)، اندی مانینگ (Andy Manning)، دنیس رایزر (Dennis Risser)، دان رزمبری (Dan Rosenberry)، ماریوس سوفوسکلیوس (Marios Sophocleous) (اداره زمین‌شناسی استرالیا)، دیو استنارد (Dave Stannard)، کتی والتون-دی (Katie Walton-Day) و تام وینتر (Tom Winter). همچنین به سبب بررسی تمامی بخش‌های کتاب، تشکر ویژه خود را به استیو لیک (Stan Leake) و اد ویکز (Ed Weeks) تقدیم می‌نماییم که ما را از لطف بی‌دریغ خود محروم ننمودند. در پایان بر خود لازم می‌دانیم که از سازمان زمین‌شناسی آمریکا، مؤسسه اسناد زمین‌شناسی، دانشکده تگزاس واقع در اوستین که در به پایان رساندن این کار یاریمان کردند، سپاسگذاری نماییم.