



وزارت نیرو

شرکت مدیریت منابع آب ایران



کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

آبیاری و تغذیه آب زیرزمینی

شرکت مدیریت منابع آب ایران

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

گروه کار توسعه پایدار سامانه‌های آبیاری در مزرعه

تالیف:

حامد ابراهیمیان

عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

محمد حسن‌لی

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی

سرشناسه	: ابراهیمیان، حامد، ۱۳۶۲ - گردآورنده
عنوان و نام پدیدآور	: آبیاری و تغذیه آب زیرزمینی / تألیف حامد ابراهیمیان، محمد خستلی؛ شرکت مدیریت منابع آب ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، گروه کار توسعه پایدار سامانه‌های آبیاری در مزرعه.
مشخصات نشر	: تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران؛ شماره انتشار ۱۷۴
شابک	: 978-964-6668-98-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: آب‌های زیرزمینی -- تغذیه
موضوع	: Groundwater recharge
موضوع	: آب آبیاری
موضوع	: Irrigation water
موضوع	: آبیاری -- مدیریت
موضوع	: Irrigation -- Management
شناسه افزوده	: حسن‌لی، محمد، ۱۳۴۵ - گردآورنده
شناسه افزوده	: شرکت مدیریت منابع آب ایران
شناسه افزوده	: Iran Water Resources Management Company
شناسه افزوده	: ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. گروه کار سامانه‌های آبیاری در سطح مزرعه
رده بندی کنگره	: GB۱۹۷۷/۱۲۲۲ ۱۲۰۵
رده بندی دیویی	: ۳۷/۵۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۳۹۰

نام کتاب: آبیاری و تغذیه آب (زیرزمین)

مؤلفین : حامد ابراهیمیان، محمد خستلی

ناشر : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حروف چینی و صفحه آرایی : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

چاپ اول : ۱۳۹۵

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۸۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۶۸-۹۸-۰

نشانی: تهران، فیابان شهید دستگردی (ظفر شرقی)، فیابان شهید کارگزار، فیابان شهید شهرساز، پلاک ۱

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

پیشگفتار قائم مقام رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شرایط اقلیمی کشور ایران به گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن برای تولید مواد غذایی به شدت به آبیاری وابسته است. این وابستگی به حدی است که با وجود سطح نسبتاً یکسان اراضی سالانه زیر کشت دیم و فاریاب کشور، حدود ۹۰ درصد فرآورده‌های کشاورزی از زراعت آبی حاصل می‌شود. در چنین شرایطی تأثیرات اقلیمی ناشی از پدیده خشکسالی و یا ترسالی می‌تواند اثرات منفی یا مثبت زیادی بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی ایران داشته باشد.

شرایط متفاوت اقلیمی و منابع آب ایران طلب می‌کند که کارشناسان، محققان، مدیران و مراکز علمی و پژوهشی کشور در بخش آبیاری و زهکشی نیز متفاوت‌تر از سایر کشورهای جهان که شرایط طبیعی نسبتاً پایدار دارند باشند. پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی ایران می‌بایست از پویایی، ابتکار، نوآوری و پژوهش محور و ویژه‌ای برخوردار باشند تا بتوانند کشور را در شرایط پایدار تولید حفظ نمایند.

کلیه کارشناسان و مراکز علمی، پژوهشی، آموزشی که در خانواده بزرگ آب و خاک کشورمان فعال هستند مسئولیت بزرگی در تأمین امنیت آب و غذایی برعهده دارند. یکی از مراکز علمی فعال در صنعت آب کشورمان، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران است که در سال ۱۳۷۰ پس از یک وقفه طولانی به طور رسمی آغاز به کار کرده است. این کمیته ملی طی دو دهه اخیر نقش مؤثری در اشاعه علوم و فنون آبیاری و زهکشی در ایران داشته است. اثربخشی علمی و فرهنگی بیش از ۲۰۰ جلد کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی - آموزشی در ادبیات کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور، به خوبی آشکار است.

خودباوری کارشناسان ایرانی نه تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته، بلکه در سطح بین‌المللی نیز موجب توفیقات زیادی برای ایران شده است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند توفیق کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در این زمینه چشمگیر بوده است.

در اینجا جا دارد از کلیه همکارانم در شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران که نقش سیاست‌گذاری کلان این کمیته ملی را عهده‌دار هستند و هیئت اجرایی که وظیفه نظارت

و هدایت بدنه علمی این کمیته ملی را به دوش دارند و نیز کادر علمی و فنی متخصص که در تهیه این کتاب ارزشمند کوشا بوده است، قدردانی و سپاسگزاری نمایم. از خداوند منان پیشرفت و توسعه کشور عزیزمان ایران را در کلیه امور، به ویژه اعتلای صنعت آب و کشاورزی را مسئلت دارم.

محمد حاج رسولیها

مشاور وزیر نیرو،

یرعامل شرکت مدیریت منابع آب ایران،

و قائم مقام رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار دبیر کل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

از آن جایی که بسیاری از مناطق ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود، موضوع تغذیه ی آب های زیرزمینی به عنوان یکی از اجزای مهم چرخه ی آب در این مناطق از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به این که در این مناطق نزولات جوی پاسخگوی نیاز آبیاری محصولات کشاورزی نمی باشد، نیاز به آبیاری امری اجتناب ناپذیر است که عمدتاً از منبع آب زیرزمینی برای آن استفاده می شود. استفاده ی بی رویه از منابع آب زیرزمینی پیامدهای بسیاری از جمله کاهش سطح ایستابی و نشست زمین را در پی خواهد داشت. از این رو بررسی موضوع تغذیه ی آب های زیرزمینی از اراضی تحت آبیاری و مقایسه ی تغذیه بین آبیاری مدرن و سنتی جهت مدیریت بهتر منابع آب، اهمیت بیشتری پیدا می کند. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه ی تاثیر نفوذ باران بر احوال انجام شده اما تاثیر نفوذ عمقی حاصل از آب آبیاری بر عمق آب زیرزمینی در اراضی قاریاب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. تعیین مقدار نفوذ عمقی آب آبیاری، مدت زمان رسیدن آن به آب زیرزمینی تغذیه ی آب زیرزمینی در سفره های عمیق در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب زیرزمینی نقش پررنگی دارد. لذا کتاب پیش رو با هدف پرداختن به این موضوعات به رشته ی تحریر در آمده است.

بدین وسیله از مولفین این کتاب: آقایان دکتر حامد ابراهیمیان (درفس مسئول) و مهندس محمد حسن لی، به خاطر زحمات آنها در تدوین این مجموعه، و از سایر اعضای گروه کار توسعه پایدار سیستم های آبیاری در مزرعه: آقایان دکتر سعید نیری (مسئول اسبق)، دکتر حسین دهقانی سانج، مهندس ناصر ولی زاده، دکتر قاسم زارعی، دکتر محمد رضا زارعی، دکتر حسین بابازاده، مهندس علی رضا آراستی، مهندس علی گرجی و مهندس حسن دانایی فخر و سرکار خانم مهندس ارغوان تفویضی به جهت ارائه نقطه نظرات ویرایشی و فنی، که کمک زیادی به بهبود کیفیت علمی و نگارشی این مجموعه نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

از آقای دکتر فربرز عباسی، رئیس محترم مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به جهت داوری این کتاب و از آقای مهندس جهانگیر انصاری، عضو اصلی محترم کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران برای داوری نهایی و ارائه نکات فنی ارزنده تشکر و قدردانی می شود.

همچنین، از آقای مهندس هومن خالدی و خانم مهندس سحر نوروزی (به ترتیب دبیران سابق و فعلی کمیته ملی آبپاری و زهکشی ایران)، و سرکار خانم‌ها پریسا کهنسال و مرجان مظاهری برای زحمات آن‌ها در فرآیند داوری و چاپ کتاب، تشکر می‌کنم.

مهرزاد احسانی

دبیرکل کمیته ملی آبپاری و زهکشی ایران

www.ketab.ir

پیشگفتار مولفین

آبیاری و تغذیه آب زیرزمینی ارتباط تنگاتنگی با هم دارند. چه در مناطقی که منبع آب آبیاری از آب‌های سطحی (مانند رودخانه‌ها و یا کانال‌های آبیاری) باشد و چه آب زیرزمینی منبع اصلی آبیاری اراضی کشاورزی باشد،

مدیریت آبیاری بر کمیت و کیفیت سفره‌های آب زیرزمینی تأثیر زیادی دارد. معمولاً عمق آب آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک عمده‌تر بیشتر از عمق بارندگی است. بنابراین نفوذ عمقی آب آبیاری می‌تواند نقش زیادی در تغذیه آب زیرزمینی داشته باشد. تعیین مقدار نفوذ عمقی، مدت زمان رسیدن آن به آب زیرزمینی و تأثیر آن در تغذیه آب زیرزمینی به خصوص در سفره‌های عمیق از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بخش عمده جریان برگشتی آب آبیاری را نفوذ عمقی تشکیل می‌دهد.

بنابراین می‌توان از این منبع آب برای برنامه‌ریزی و مدیریت آب در اراضی کشاورزی استفاده نمود. معمولاً از این بخش آب برگشتی جزء منابع آب در برنامه‌ریزی و مدیریت آب در نظر گرفته نمی‌شود.

کتاب حاضر که در نه فصل تهیه شده است، تلاش دارد تا به سؤالات زیر پاسخ دهد:

نفوذ عمقی و تغذیه آب زیرزمینی به چه عواملی بستگی دارد؟

آیا نفوذ عمقی آب آبیاری باعث تغذیه سفره‌های عمیق آب زیرزمینی می‌شود؟

چند درصد از نفوذ عمقی به آب زیرزمینی می‌پیوندد؟

روش آبیاری چه تأثیری در تغذیه آب زیرزمینی دارد؟

چه مدت زمان طول می‌کشد تا نفوذ عمقی آب آبیاری به آب زیرزمینی پیوندد؟

بارندگی و آبیاری چه سهمی در تغذیه آب زیرزمینی دارند؟

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: جریان برگشتی آب آبیاری

۱	۱-۱- مقدمه
۱	۱-۲- وضعیت منابع آب کشور ایران
۲	۱-۳- راندمان آبیاری در کشور ایران
۴	۱-۴- جریان برگشتی آب آبیاری
۶	۱-۵- روابط راندمان کاربرد آب آبیاری در مزرعه
۷	۱-۶- تعاریف جدید جا زین راندمان آبیاری
۹	۱-۷- صرفه جویی آب در آبیاری رور آبیاری
۱۲	۱-۸- تأثیر آبیاری بر تغذیه آب زیرزمینی
۱۴	۱-۹- خلاصه و جمع بندی

فصل دوم: مکانیسم تغذیه آب زیرزمینی

۱۵	۲-۱- مقدمه
۱۸	۲-۲- محیط متخلخل
۱۸	۲-۳- سیستم های جریان آب زیرزمینی
۲۰	۲-۴- منابع و مکانیسم تغذیه
۲۴	۲-۵- مدل های مفهومی تغذیه
۲۶	۲-۶- خلاصه و جمع بندی

فصل سوم: روش های تخمین نفوذ عمقی آب آبیاری

۲۹	۳-۱- تخمین نفوذ عمقی بر اساس بافت خاک و روش آبیاری
۳۱	۳-۲- تخمین نفوذ عمقی به روش بیلان آبی
۳۲	۳-۳- تخمین نفوذ عمقی در پروژه های آبیاری
۳۳	۳-۴- تخمین نفوذ عمقی در سیستم های آبیاری سطحی
۳۷	۳-۵- پایش رطوبت خاک
۳۹	۳-۶- روش بیلان آب در منطقه غیر اشباع

فهرست مطالب

۴۱	۷-۳- روش نوسانات سطح ایستابی
۴۲	۸-۳- روش دارسی
۴۳	۹-۳- روش بیلان جرمی کلر
۴۸	۱۰-۳- مدل‌های شبیه‌سازی
۵۱	۱۱-۳- خلاصه و جمع‌بندی
۵۳	فصل چهارم: روش‌های برآورد تغذیه آب زیرزمینی
۵۳	۱-۴- مقدمه
۵۵	۲-۴- روش‌های فیزیکی تعیین تغذیه
۵۶	۱-۲-۴- روش‌های فیزیکی غیر مستقیم
۵۶	۱-۱-۲-۴- روش‌های تجربی
۵۷	۲-۱-۲-۴- روش بیلان آبی
۵۹	۱-۲-۱-۲-۴- برآورد تبخیر-تعرق
۶۶	۳-۱-۲-۴- روش بیلان آب کانال
۶۷	۴-۱-۲-۴- روش سطح بدون جریان
۶۸	۵-۱-۲-۴- روش دارسی
۷۰	۶-۱-۲-۴- روش نوسانات سطح ایستابی
۷۲	۷-۱-۲-۴- روش ترکیبی نوسانات آبی
۷۳	۸-۱-۲-۴- تحلیل هیدروگراف
۸۰	۹-۱-۲-۴- روش‌های هیدرولیکی در محیط متخلخل
۹۱	۱۰-۱-۲-۴- استفاده از مدل‌سازی عددی ۲-۲-۴- روش‌های فیزیکی مستقیم
۹۷	۲-۲-۴- روش‌های فیزیکی مستقیم
۹۷	۱-۲-۲-۴- لایسمترها
۱۰۳	۲-۲-۲-۴- اندازه‌گیرهای نشت
۱۰۴	۳-۲-۲-۴- دبی جریان پایه
۱۰۴	۴-۲-۲-۴- حوزه انعکاس‌سنجی زمانی (TDR)
۱۰۵	۳-۴- روش‌های ردیابی و ایزوتوپی

فهرست مطالب

صفحه	
۱۱۲	۴-۳-۱- ردیاب‌های زیست محیطی
۱۱۳	۴-۳-۲- ردیاب‌های زیست محیطی - کلر
۱۱۴	۴-۳-۳- تاریخ‌گذاری آب زیرزمینی
۱۱۷	۴-۳-۴- ردیاب‌های کاربردی
۱۱۹	۴-۳-۵- ردیاب‌های مازما
۱۲۰	۴-۴- خلاصه و جمع‌بندی
۱۲۱	فصل پنجم: کاربرد مقایسه روش‌های مختلف برآورد تغذیه
۱۲۱	۵-۱- روش‌های برآورد تغذیه در سطوح آب سطحی و نواحی اشباع و غیر اشباع
۱۲۱	۵-۱-۱- روش‌های برآورد تغذیه بر اساس سماعت آب سطحی
۱۲۲	۵-۱-۲- روش‌های برآورد تغذیه بر اساس مطالعات محیط غیر اشباع
۱۲۲	۵-۱-۳- روش‌های برآورد تغذیه بر اساس مطالعات ناحیه اشباع
۱۲۲	۵-۲- مقایسه محدوده شدت‌های تغذیه و مقیاس‌های مکانی و مکانی روش‌های مختلف
۱۲۶	۵-۳- مقایسه میان ردیاب‌ها و تکنیک‌های متداول
۱۳۳	۵-۴- دقت روش‌های تخمین تغذیه
۱۳۶	۵-۵- عوامل مؤثر بر تغذیه، روابط تخمینی و منطقه‌بندی کردن تغذیه
۱۳۶	۵-۵-۱- عوامل مؤثر بر تغذیه
۱۴۰	۵-۵-۲- روابط تخمینی و منطقه‌بندی کردن تغذیه
۱۴۳	۵-۶- مشکلات و چالش‌های برآورد تغذیه
۱۴۷	۵-۷- خلاصه و جمع‌بندی
۱۴۹	فصل ششم: تغذیه تحت رژیم‌های اقلیمی متفاوت
۱۵۳	۶-۱- اقلیم‌های مرطوب
۱۵۷	۶-۱-۱- مدل‌های مفهومی
۱۶۳	۶-۱-۲- بیان آب و تفکیک مؤلفه‌های تخلیه
۱۶۵	۶-۲- اقلیم نیمه‌خشک

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۶۸	۳-۶- اقلیم‌های خشک
۱۷۴	۴-۶- اقلیم‌های سرد
۱۷۳	۵-۶- خلاصه و جمع‌بندی
۱۷۵	فصل هفتم: تأثیر انسان بر تغذیه آب‌های زیرزمینی
۱۷۸	۱-۷- تغییر کاربری اراضی: کشاورزی
۱۸۶	۲-۷- تغییر کاربری اراضی: مناطق شهری
۱۹۰	۳-۷- تغییرات دمانی و برش آب
۱۹۴	۴-۷- خلاصه و جمع‌بندی
۱۹۵	فصل هشتم: خلاصه‌ای از مطالعات زردی ایران و جهان
۱۹۵	۱-۸- برآورد تغذیه آب نفوذیافته در اراضی آبیاب در جنوب اکران
۱۹۸	۲-۸- بررسی سطوح آب زیرزمینی و هیدرولوژی اراضی آبیاب شمال غربی چین
۲۰۳	۳-۸- صرفه‌جویی آب کشاورزی و مدیریت پایدار آب زیرزمینی در شمال دشت چین
۲۰۸	۴-۸- ارزیابی اثر آب آبیاری بر تغذیه و کیفیت آب زیرزمینی در محله زیست خشک با کاربرد ردیاب‌ها در چین
۲۱۲	۵-۸- آیا تکنولوژی آبیاری کارآمد منجر به کاهش استخراج آب زیرزمینی می‌شود؟ اثبات تجربی
۲۱۷	۶-۸- برآورد تغذیه آب زیرزمینی در چین تحت شیوه‌های کاربری اراضی مختلف با استفاده از ردیاب‌ها
۲۲۰	۷-۸- ارزیابی فرآیندهای تغذیه و اثرات آبیاری بر آب زیرزمینی با استفاده از CFC و ردیاب‌ها در مکزیک
۲۲۳	۸-۸- برآورد پمپاژ و تغذیه در توپوگرافی مخروط افکنه رسوبی تحت شیوه‌های آبیاری مختلف
۲۲۹	۹-۸- برآورد تغذیه آب زیرزمینی دشت نیشابور به روش نوسانات سطح ایستایی (WTF)
۲۳۴	۱۰-۸- برآورد تغذیه و تغییرات حجم مخزن آب زیرزمینی دشت هشتگرد به وسیله بیلان آبی و ردیابی شیمیایی
۲۳۵	۱۱-۸- برآورد نفوذ عمقی از دشت: مطالعه موردی حوضه آبریز جوبین
۲۳۸	۱۲-۸- بررسی تغییرات نفوذ عمقی در یک ترانسکت از اراضی شالیزاری در طول دوره کشت
۲۴۲	۱۳-۸- شبیه‌سازی اثر آبیاری بر آب زیرزمینی با استفاده از HYDRUS-1D (مطالعه موردی: کرج)
۲۵۲	۱۴-۸- خلاصه و جمع‌بندی
۲۵۳	منابع