

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آب مورد نیاز برای مصارف آبیاری و محیط زیست

تألیف

مارینوس جی. باس

راب ای. ال. بلیک

ریچارد جی. آلن

دیوید مولدن

ترجمه

دکتر نادر پیرمادیان

استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

امیر صداقت دوست

انتشارات دانشگاه گیلان

۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	: آب مورد نیاز برای مصارف آبیاری و محیط زیست / تألیف مارینوس جی. باس... [و دیگران]: ترجمه نادر پیرمرادیان، امیر صداقت دوست.
مشخصات نشر	: رشت: دانشگاه گیلان، انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-153-082-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Water Requirements for Irrigation and the Environment
یادداشت	: تألیف مارینو جی. باس، راب ای. ال. سلیک، ریچارد جی. آلن، دیوید مولدن.
موضوع	: آبیاری--کارایی
موضوع	: آبیاری--مهندسی
موضوع	: آب آبیاری--جنبه های زیست محیطی
موضوع	: بیلان آبشناختی (آبشناسی)
موضوع	: تبخیر و تعرق
شناسه افزوده	: بوس، مارینوس خیبرتوس، ۱۹۴۳-م.
شناسه افزوده	: Bos, Marinus Gijssberthus
شناسه افزوده	: پیرمرادیان، نادر، ۱۳۵۱-، مترجم
شناسه افزوده	: صداقت دوست، امیر، ۱۳۶۹-، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه گیلان
رده بندی کنگره	: SB۶۱۹/۲۴۲۰۱۳۹۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۷/۵۲
شماره کتبشناسی ملی	: ۳۵۱۷۷۸۴



دانشگاه گیلان

شابک: ۱-۰۸۲-۱۵۳-۶۰۰-۹۷۸

انتشارات دانشگاه گیلان

نام کتاب	: آب مورد نیاز برای مصارف آبیاری و محیط زیست
مؤلفان	: مارینوس جی. باس، راب ای. ال. سلیک، ریچارد جی. آلن، دیوید مولدن
مترجمان	: دکتر نادر پیرمرادیان، امیر صداقت دوست
ویراستار علمی	: دکتر مسعود پارسی نژاد
ویراستار ادبی	: هوشنگ سپهری
نوبت چاپ	: اول، ۱۳۹۳
ناشر	: انتشارات دانشگاه گیلان
شمار	: ۱۰۰۰ جلد
قیمت	: ۱۲۰۰۰۰ ریال

* هر گونه چاپ و تکثیر فقط در اختیار انتشارات دانشگاه گیلان است.*

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- رشد و نمو گیاه	۱
۲-۱- رشد گیاه و تبخیر-تعرق	۵
۳-۱- ییلان آبی یک منطقه	۷
۴-۱- ییلان آب برای یک مزرعه تحت آبیاری	۱۰
۵-۱- محاسبه نیاز آبیاری گیاه	۱۱
۶-۱- مقدار $ET_p - P_e$ در ییلان آب در مزرعه	۱۳
۷-۱- نسبت های آبیاری	۱۵
۸-۱- ساختار کتاب	۱۶
فصل دوم: تبخیر-تعرق	۱۷
۱-۲- مقدمه	۱۷
۲-۲- توسعه مبانی نظری	۱۹
۱-۲-۲- تبخیر از سطح آزاد آب: روش پنمن	۲۲
۲-۲-۲- روش پنمن اصلاح شده فانو	۲۷
۱-۲-۲-۲- اصلاح صورت گرفته	۲۷
۲-۲-۲-۲- ضریب اصلاحی (C)	۲۸
۳-۲- روش پنمن-مانتیش	۲۹
۱-۳-۲- رابطه	۲۹
۲-۳-۲- اثر اندازه گام زمانی بر محاسبات	۳۲
۳-۳-۲- محاسبه اجزاء رابطه مرجع پنمن-مانتیش	۳۳
۱-۳-۳-۲- فشار بخار اشباع هوا	۳۳
۲-۳-۳-۲- فشار بخار واقعی هوا	۳۳
۳-۳-۳-۲- ثابت سایکرومتری	۳۵
۴-۳-۳-۲- فشار هوا	۳۵
۵-۳-۳-۲- شیب منحنی فشار بخار اشباع در مقابل دما	۳۵
۶-۳-۳-۲- سرعت باد در ارتفاع ۲ متری	۳۶
۷-۳-۳-۲- تابش خالص	۳۶
۸-۳-۳-۲- تابش خورشیدی آسمان صاف (R_{so})	۳۹

۳۹	۲-۳-۹- تابش بالای جو.....
۴۳	۲-۳-۱۰- شار گرمایی خاک.....
۴۴	۲-۳-۴- محدودیت دسترسی داده‌ها و صحت داده‌های جوی.....
۴۵	۲-۴- روش هارگریوز-سامانی.....
۴۷	۲-۵- بحث.....
۴۹	۲-۶- تبخیر-تعرق پتانسیل.....
۵۱	۲-۶-۱- منحنی ضریب گیاهی.....
۵۳	۲-۶-۲- مبنای اقلیمی جدول ۲-۵.....
۵۴	۲-۶-۳- طول مراحل رشد گیاهی.....
۶۹	۲-۶-۴- ضریب گیاهی واحد برای مرحله آغازین (گیاه یک‌ساله).....
۷۹	۲-۶-۵- منحنی های K_c برای گیاهان علوفه‌ای.....
۸۰	۲-۷- روش K_c دو گانه: وارد کردن اثرات مشخص خاک مرطوبه.....
۸۰	۲-۷-۱- مبانی نظری.....
۸۵	۲-۷-۲- ییلان آبی در لایه سطحی خاک.....
۸۶	۲-۷-۲-۱- تعرق و نفوذ عمقی از لایه سطحی.....
۸۷	۲-۷-۲-۲- مقداردهی اولیه ییلان آب و ترتیب محاسبات.....
۸۷	۲-۷-۲-۳- شرایط برای تعرق بیشینه.....
۸۸	۲-۷-۲-۴- کاربرد روش K_c پایه در طول فصل رشد.....
۸۸	۲-۷-۲-۱- ییلان آبی منطقه توسعه ریشه.....
۹۱	۲-۷-۲-۲- نفوذ عمقی از ناحیه ریشه.....
۹۱	۲-۸- ET در خارج از فصل رویش.....
۹۳	۲-۹- تبخیر-تعرق از فضاهاى سبز.....
۹۶	۲-۱۰- برآورد K_c از کسر پوشش سطح زمین.....
۹۹	۲-۱۱- اثر مالچ سطحی بر مقدار K_c
۹۹	۲-۱۱-۱- مالچ‌های پلاستیکی.....
۱۰۰	۲-۱۱-۲- مالچ‌های آلی.....
۱۰۳	فصل سوم: بارش مؤثر.....
۱۰۳	۳-۱- مقدمه.....

۱۰۶	۲-۳- عوامل اصلی تاثیر گذار بر بارش مؤثر
۱۰۶	۳-۲-۱- مقدار و فراوانی بارش
۱۰۷	۳-۲-۲- زمان وقوع بارش
۱۰۹	۳-۲-۳- شدت بارش
۱۰۹	۳-۲-۴- تحلیل دوره خشک و مرطوب
۱۰۹	۳-۲-۵- محصولات تحت آبیاری
۱۱۰	۳-۲-۶- شدت نفوذ
۱۱۰	۳-۲-۷- ظرفیت نگهداشت آب
۱۱۰	۳-۲-۸- حرکت آب خاک
۱۱۱	۳-۲-۹- شیب مزرعه
۱۱۱	۳-۲-۱۰- وضعیت سطح زمین
۱۱۱	۳-۲-۱۱- عمق آب زیرزمینی
۱۱۲	۳-۲-۱۲- روش عرضه آب آبیاری
۱۱۲	۳-۲-۱۳- تناوب کاربرد آب
۱۱۲	۳-۲-۱۴- اثر مقیاس
۱۱۳	۳-۳- روش USDA
۱۱۳	۳-۳-۱- سه عامل اصلی مورد استفاده
۱۱۳	۳-۳-۱-۱- متوسط بارش تجمعی ماهانه
۱۱۳	۳-۳-۱-۲- متوسط تبخیر-تغرق تجمعی ماهانه
۱۱۴	۳-۳-۱-۳- عمق کاربرد آبیاری
۱۱۴	۳-۳-۲- روش محاسبه
۱۱۶	۳-۴- روش شماره منحنی (CN)
۱۱۶	۳-۴-۱- پیشینه روش
۱۲۰	۳-۴-۲- عوامل تعیین کننده مقدار شماره منحنی
۱۲۰	۳-۴-۲-۱- کاربری زمین یا نوع پوشش
۱۲۲	۳-۴-۲-۲- عملیات مرتبط با شرایط هیدرولوژیکی
۱۲۳	۳-۴-۲-۳- گروه هیدرولوژیک خاک
۱۲۴	۳-۴-۲-۴- شرایط رطوبتی پیشین
۱۲۴	۳-۴-۳- برآورد مقدار شماره منحنی

فصل چهارم: صعود مونیگی	۱۳۱
۱-۴- مقدمه	۱۳۱
۲-۴- نیروی محرک صعود مونیگی	۱۳۲
۳-۴- صعود مونیگی در شرایط ماندگار	۱۳۵
۴-۴- نوسانات عمق آب زیرزمینی و رطوبت خاک	۱۳۷
۵-۴- عمق ریشه	۱۴۲
۶-۴- نحوه اصلاح صعود مونیگی	۱۴۷
فصل پنجم: نیاز آبیاری	۱۵۱
۱-۵- مفهوم	۱۵۱
۲-۵- مزرعه	۱۵۲
۱-۲-۵- گیاهان غیر غرقابی	۱۵۴
۲-۲-۵- اراضی شالیزاری	۱۵۸
۳-۲-۵- روش های کاربرد آب	۱۵۸
۳-۵- سامانه توزیع	۱۶۴
۴-۵- سامانه انتقال	۱۷۳
۵-۵- محاسبه نیاز آبیاری	۱۷۸
فصل ششم: استفاده از نرم افزار CRIWAR	۱۸۳
۱-۶- مقدمه	۱۸۳
۲-۶- ملزومات سامانه کامپیوتری	۱۸۳
۳-۶- دسترسی به نرم افزار	۱۸۳
۱-۳-۶- روش نصب	۱۸۴
۲-۳-۶- آغاز برنامه	۱۸۴
۴-۶- مروری بر نرم افزار	۱۸۵
۵-۶- داده های ورودی مورد نیاز	۱۸۶
۱-۵-۶- وارد کردن داده های عمومی	۱۸۷
۱-۱-۵-۶- کشور، نام پروژه و معرفی منطقه	۱۸۸
۲-۱-۵-۶- نیمکره جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای آزاد	۱۸۸
۳-۱-۵-۶- سطح ناخالص آبیگر و سطح قابل آبیاری	۱۸۸

۱۸۸	 دوره محاسبات..... ۴-۱-۵-۶
۱۸۹	 عمق و فاصله کاربرد آب..... ۵-۱-۵-۶
۱۸۹	 بارش مؤثر..... ۶-۱-۵-۶
۱۹۰	 وارد کردن داده‌های هواشناسی..... ۲-۵-۶
۱۹۱	 بارگذاری داده‌های هواشناسی..... ۱-۲-۵-۶
۱۹۱	 وارد کردن داده‌های الگوی کشت..... ۳-۵-۶
۱۹۴	 مقدار K_c برای اراضی آیش و سطوح آبیاری نشده..... ۱-۳-۵-۶
۱۹۴	 وارد کردن داده‌های فایل گیاه..... ۴-۵-۶
۱۹۶	 توسعه یک راهکار مدیریت آب..... ۶-۶
۱۹۶	 راهکار پیلان آب پایدار..... ۱-۶-۶
۲۰۱	 راهکار نیاز آبی گیاه تحت آبیاری..... ۲-۶-۶
۲۰۵	 تحلیل گزینش راهکارهای مدیریت آب..... ۳-۶-۶
۲۰۷	 تولید خروجی..... ۷-۶
۲۰۸	 جداول و نمودارها..... ۱-۷-۶
۲۰۹	 گزینه‌های برنامه..... ۸-۶
۲۰۹	 نام کاربری..... ۱-۸-۶
۲۰۹	 انتخاب سامانه واحدها..... ۲-۸-۶
۲۱۱	 هشدارها و پیغام‌های خطا..... ۹-۶
۲۱۲	 هشدارهای دیگر..... ۱-۹-۶
۲۱۲	 نام فایل گیاهی..... ۱-۱-۹-۶
۲۱۲	 کل سطح تحت آبیاری..... ۲-۱-۹-۶
۲۱۲	 تعداد گیاهان انتخابی..... ۳-۱-۹-۶
۲۱۲	 ساعات آفتابی..... ۴-۱-۹-۶
۲۱۳	 منابع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۱- اطلاعات مورد نیاز برای روش‌های برآورد تبخیر-تعرق مرجع (دروگرز و آلن ۲۰۰۲) ۱۲
- جدول ۱-۲- اطلاعات مورد نیاز برای روش‌های برآورد تبخیر-تعرق مرجع ۱۸
- جدول ۲-۲- عامل اصلاح (c) به صورت تابعی از بیشینه رطوبت نسبی (RH_{max})، تابش طول موج کوتاه ورودی (R_s)، سرعت باد روزانه (u_{day}) و نسبت سرعت باد (u_{day}/u_{night}) (دورنبوس و پرویت ۱۹۷۷) ۲۸
- جدول ۳-۲- مقادیر C_d و C_n در رابطه ۱۴-۲ (از ASCE-EWRI ۲۰۰۵، آلن و همکاران ۲۰۰۵a) ۳۲
- جدول ۴-۲- اثر خطای اندازه‌گیری داده‌ها بر نتایج روش‌های پنمن-مانتیش و هارگریوز-سامانی ۴۹
- جدول ۵-۲- میانگین ضرایب گیاهی (K_c) و ضرایب گیاهی پایه (K_{cb}) برای گیاهان با مدیریت بهینه در یک اقلیم نیمه مرطوب برای استفاده در محاسبه ET_o (فانو ۱۹۹۸) ۵۵
- جدول ۶-۲- عناصر استفاده شده در روابط ۶۹-۲ الی ۷۱-۲ برای تخمین $K_{cb\ mid}$ و $K_{cb\ end}$ در جدول ۵-۲ و با استفاده از f_{eff} جدول ۵-۲ ۶۷
- جدول ۷-۲- متوسط ارتفاع گیاه (h) استفاده شده در روابط ۷۵-۲ الی ۷۷-۲ به منظور برآورد K_{cb} در جدول ۵-۲ و شاخص M_L استفاده شده در رابطه ۷۷-۲ ۶۸
- جدول ۸-۲- طول مراحل رشد گیاه* برای دوره‌های مختلف کاشت و مناطق اقلیمی مختلف (بر حسب روز) ۷۰
- جدول ۹-۲- نمونه مشخصات آب خاک برای انواع مختلف خاک (برگرفته از آلن و همکاران، ۱۹۹۸) ۸۳
- جدول ۱۰-۲- مقادیر معمول برای کسر خیس شده سطح خاک توسط آبیاری یا بارش (برگرفته از نشریه فانو ۵۶، آلن و همکاران ۱۹۹۸) ۸۳
- جدول ۱۱-۲- تنش آبی مدیریت شده (ET_d/ET_p) برای انواع معمول گیاهان فضای سبز برای شرایط بدون تنش ۹۷
- جدول ۱۲-۲- عامل تراکم (K_d) برای میانگین‌های مختلف ارتفاع گیاه (h)، در دامنه کسر مؤثر پوشش سطح زمین یا سطح سایه‌انداز گیاه (f_c)، برگرفته از رابطه ۷۷-۲ در شرایطی که $M_L = 1/5$ باشد ۹۸
- جدول ۱۳-۲- کاهش تقریبی K_c تبخیر سطحی و افزایش تعرق برای گیاهان مختلف تحت پوشش مالچ پلاستیکی در مقایسه با شرایط بدون مالچ در سامانه آبیاری قطره‌ای (آلن و همکاران ۱۹۹۸) ۱۰۰
- جدول ۱-۳- مقادیر شماره منحنی برای مجموعه هیدرولوژیک پوشش خاک در شرایط متوسط رطوبت پیشین خاک (کلاس II)، مناطق مسطح یا با شیب کم و $I_a = 0.2S$ (SCS ۱۹۷۲) ۱۲۱

- جدول ۳-۲- محدوده‌های بارش فصلی (همراه با آبیاری) برای کلاس‌های AMC (SCS ۱۹۷۲) ۱۲۴
- جدول ۳-۳- جدول تبدیل مقادیر شماره منحنی از رطوبت پیشین کلاس II به کلاس I و کلاس III (SCS ۱۹۷۲) ۱۲۵
- جدول ۳-۴- بارش واقعی همراه با مقدار آبیاری (میلی‌متر در روز) ۱۲۷
- جدول ۴-۱- عناصر مدیریت آب و روش اندازه‌گیری آنها ۱۴۲
- جدول ۴-۲- بیشینه ارتفاع گیاه و دامنه عمق مؤثر ریشه‌دوانی برای گیاهان متداول (از نشریه فائو ۵۶؛ آلن و همکاران ۱۹۹۸) ۱۴۴
- جدول ۵-۱- مقادیر T_p در مقابل F ۱۵۶
- جدول ۵-۲- مثال تحویل آب در طول کانال Los Sauces برای آغاز نوبت آبیاری در ۳ ژانویه ۱۹۹۶ (باس و همکاران ۲۰۰۱) ۱۷۱
- جدول ۵-۳- روشهای موازی مورد استفاده جهت برآورد نیاز آبیاری ناحیه عمرانی ۱۷۹
- جدول ۶-۱- تاریخچه نرم افزار برآورد نیاز آبیاری (CRIWAR) ۱۸۴
- جدول ۶-۲- اطلاعات مورد نیاز برای روش‌های برآورد تبخیر-تعرق مرجع (دروگرز و آلن ۲۰۰۲) ۱۹۰
- جدول ۶-۳- تغییرات پیشنهادی در راهکار استفاده از آب ۲۰۷
- جدول ۶-۴- دامنه مقادیر عناصر ورودی هواشناسی ۲۱۱
- جدول ۶-۵- دامنه مقادیر قابل قبول برای اطلاعات ورودی مربوط به گیاه ۲۱۱

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱- تعریف واژگان فنی
۳	شکل ۲-۱- میانگین توزیع سالانه تبخیر-تعریق نسبی (برگرفته از دروگرز و همکاران ۲۰۰۱)
۴	شکل ۳-۱- توزیع جمعیت جهان، طبقه‌بندی شده بر اساس سرانه دسترسی سالانه به منابع آب شیرین بر حسب متر مکعب (بانک جهانی، ۱۹۹۹)
۶	شکل ۴-۱- نمو واقعی گیاه و چهار مرحله رشد آن به صورت طرح‌وار
۷	شکل ۵-۱- تابع تولید محصول به صورت ET_a تجمعی در مقابل عملکرد گندم، دشتهای بزرگ مرکزی، آمریکا

- شکل ۱-۶- بیلان آب یک محدوده بزرگ تحت آبیاری
شکل ۱-۷- بیلان آب به صورت شماتیک در مزرعه تحت آبیاری (باس، ۱۹۸۴)
شکل ۱-۸- تغییرات ET_0 (در شرایطی که ET_0 برابر ۶ میلی متر بر روز باشد) برای اراضی کشاورزی به مساحت ۶۵۰ هکتار، ۳۱ می ۲۰۰۳، Hupselse Beek، هلند
شکل ۱-۹- نمایش طرح وار جریان های آب در داخل یک شبکه آبیاری و زهکشی
شکل ۱-۱۰- اثر ET_0 بر تولید ماده خشک اندام هوایی پنبه
شکل ۲-۲- تبخیر-تعرق واقعی و پتانسیل برای پنبه تحت آبیاری
شکل ۲-۳- نمایش متغیرهای مؤثر در بیلان انرژی در سطح خاک (فدس و لنزلینک ۱۹۹۴)
شکل ۲-۴- نمایش واژگان مورد استفاده در نسبت باون
شکل ۲-۵- فشار بخار اشباع ($e_{z,sat}$) به صورت تابعی از دمای هوا (T_z) (فدس و لنزلینک ۱۹۹۴)
شکل ۲-۶- نمایش پراکنش تفاوت بین مقادیر ET_0 ماهانه برآورد شده از روشهای پنمن-مانیت (PM) و هارگریوز-سامانی اصلاح شده (MH)
شکل ۲-۷- مقایسه مقادیر ET مرجع برای ۲۰ ایستگاه، محاسبه شده از روش پنمن اصلاح شده فائو (رابطه ۲-۱۳) و روش پنمن-مانیت (رابطه ۲-۱۴)
شکل ۲-۸- مقادیر NDVI برای دریاچه سد روکسو و شبکه آبیاری پایین دست آن
شکل ۲-۹- روش فائو، منحنی خطی شده K_c با چهار دوره رشد و سه مقدار K_c متناسب با پوشش سطح زمین
شکل ۲-۱۰- میانگین $K_{c,ini}$ برای مرحله آغازین توسعه گیاه
شکل ۲-۱۱- منحنی ضریب گیاهی برای یونجه با محصول علوفه خشک با ۴ برداشت در آیداهو جنوبی
شکل ۲-۱۲- تعیین f_{ew} (ناحیه خاکستری) به صورت تابعی از کسر پوشش سطح زمین (f_c) و کسر سطح خیس شده (f_w) (برگرفته از آلن و همکاران ۱۹۹۸)
شکل ۲-۱۳- ضریب گیاهی روزانه اندازه گیری شده (دایره ها) و تخمین زده شده برای گیاه لویای سبز در کیمبرلی، آیداهو
شکل ۲-۱۴- تبخیر-تعرق واقعی برای سه نوع کاربری مختلف زمین در حوزه روکسو پرتغال
(تقریباً $38^\circ N$, $8^\circ W$) با متوسط بارندگی سالانه ۵۳۵ میلی متر

- شکل ۳-۱- دستگاه اندازه گیری بارش که دقت مقدار اندازه گیری شده تحت تاثیر محل، قطر دریافت، ارتفاع و پوشش گیاهی در اطراف قرار می گیرد ۱۰۳
- شکل ۳-۲- فلوچارت بارش (کپک و همکاران ۱۹۸۴) ۱۰۸
- شکل ۳-۳- میانگین بارش مؤثر ماهانه به صورت تابعی از میانگین کل بارش ماهانه و میانگین تعخیر-تغرق ماهانه برای عمق خالص کاربرد آب برابر با ۷۵ میلی متر در هر نوبت آبیاری ۱۱۵
- شکل ۳-۴- تقسیم بندی باران به ریش اولیه، نگهداشت واقعی و رواناب ۱۱۷
- شکل ۳-۵- نمودار رواناب تجمعی در مقابل بارش تجمعی مطابق با روش شماره منحنی ۱۱۷
- شکل ۳-۶- حل گرافیکی رابطه ۳-۸ بیانگر عمق رواناب (Q) به صورت تابعی از بارش (P) و شماره منحنی (SCS ۱۹۷۲) ۱۱۹
- شکل ۳-۷- ایستگاه هواشناسی، تادلا، مراکش ۱۲۶
- شکل ۳-۸- اثر مقدار CN بر نحوه توزیع بین رواناب و نفوذ حاصل از یک بارش ۲۵ میلی متر بر روز ۱۲۹
- شکل ۴-۱- ییلان آب برای یک مزرعه تحت آبیاری ۱۳۱
- شکل ۴-۲- صعود موئینگی آب (کابات و بیگما ۱۹۹۴) ۱۳۳
- شکل ۴-۳- بار آبی (h) در نقطه A واقع در ارتفاع z بالای سطح مبنا ۱۳۴
- شکل ۴-۴- ارتفاع صعود موئینگی به صورت تابعی از شدت (شار) جریان رو به بالا برای چهار نمونه خاک دست نخورده ۱۳۷
- شکل ۴-۵- مقایسه دو مزرعه با عدم ییلان (سالانه) بین فرونشست و صعود موئینگی ۱۳۸
- شکل ۴-۶- نوسان عمق آب زیرزمینی در یک منطقه تحت آبیاری ۱۳۹
- شکل ۴-۷- تغییر ماهانه سطح ایستابی به صورت تابعی از کسر تخلیه، منطقه تحت آبیاری Nilo Coelho، برزیل (باس ۲۰۰۴) ۱۴۰
- شکل ۴-۸- تغییر در ET نسبی منطقه تحت آبیاری به صورت تابعی از کسر تخلیه سطح ناخالص آبگیر Fayoum، مصر (باس ۲۰۰۴) ۱۴۱
- شکل ۴-۹- توسعه عمق مؤثر ریشه دوانی گیاه گوجه فرنگی با توجه به عمق آب زیرزمینی ۱۴۸
- شکل ۴-۱۰- نحوه تعیین دوره زمانی کمک آب زیرزمینی به رشد گیاه ۱۴۹
- شکل ۴-۱۱- مثال هایی از ییلان ماهانه آب ۱۵۰
- شکل ۵-۱- نمایش طرح وار جریان های آب در یک شبکه آبیاری و زهکشی ۱۵۲

- شکل ۵-۲- تغییرات مقادیر ET_0 و رطوبت خاک در سامانه‌های آبیاری عقریه‌ای در ایالت واشنگتن آمریکا که به وسیله ماهواره لندست در تاریخ ۲۵ ژولای ۲۰۰۰ تهیه شده است (Courtesy WaterWatch, Wageningen)
- شکل ۵-۳- مقادیر اندازه‌گیری شده آب آبیاری (V_{ail} بر حسب میلی‌متر در هر نوبت آبیاری) اعمال شده در یک کرت مسطح (تیل و باس ۱۹۸۵)
- شکل ۵-۴- مقادیر $R_{a,target}$ به صورت تابعی از سطح فناوری (انحراف معیار کاربرد آب) و بخشی از مزرعه که کمتر از نیاز مورد تقاضا آب دریافت کرده است (F بر حسب درصدی از سطح مزرعه)
- شکل ۵-۵- افزایش تلفات نشت در اثر توزیع نامناسب آب در یک سامانه توزیع
- شکل ۵-۶- پمپاژ آب زیرزمینی به یک کانال توزیع
- شکل ۵-۷- صورت‌های مختلف نسبت کارایی تحویل بسته به اطلاعات در دسترس
- شکل ۵-۸- موقعیت مزارع و ورودی مربوط به هر مزرعه در طول کانال Los Sauces
- شکل ۵-۹- چهارچوب سامانه انتقال
- شکل ۵-۱۰- بهبود انعطاف‌پذیری بهره‌برداری و کنترل آب زیرزمینی با پمپاژ آب زیرزمینی به داخل بخشی از شبکه انتقال (پایین دست)
- شکل ۵-۱۱- مقادیر ماهانه نسبت انتقال (خروجی بر روی ورودی) در کانال اصلی Nilo Coelho
- شکل ۵-۱۲- نسبت انتقال به صورت تابعی از روش بهره‌برداری از کانال (جریان مداوم یا متناوب) و مساحت قابل آبیاری (باس و ناگرن ۱۹۷۴)
- شکل ۵-۱۳- نمایی از بخش پوشش نشده کانال Cochella که رشد گیاه را در منطقه نشت نشان می‌دهد (اداره احیاء اراضی ایالات متحده، E.E. Herzog)
- شکل ۶-۱- ساختار فایل‌ها در مدل CRIWAR
- شکل ۶-۲- ساختار منوی اصلی
- شکل ۶-۳- پنجره اطلاعات فایل‌های انتخاب شده جهت محاسبه نیاز آبیاری
- شکل ۶-۴- پنجره اطلاعات عمومی
- شکل ۶-۵- مثالی از پنجره داده‌های هواشناسی برای داده‌های ورودی ماهانه جهت استفاده در روش پنمن-مانتیت

- شکل ۶-۶- مثالی از فایل الگوی کشت ۱۹۲
- شکل ۶-۷- پنجره مورد استفاده جهت افزودن یا ویرایش سطح زیر کشت و تاریخ کشت ۱۹۳
- شکل ۶-۸- پنجره مربوط به وارد کردن داده‌های گیاهی (K_c دوره رشد، عمق ریشه‌دوانی) ۱۹۵
- شکل ۶-۹- پنجره پیش فرض جهت ییلان آب زیرزمینی در سطح ناخالص آبگیر ۱۹۸
- شکل ۶-۱۰- پنجره داده‌های ورودی ییلان آب در سطح ناخالص آبگیر ۱۹۹
- شکل ۶-۱۱- پنجره ییلان آب در شرایطی که داده‌های میدانی درباره نوسان آب زیرزمینی ۲۰۰
- در دسترس باشد
- شکل ۶-۱۲- پنجره مربوط به تعریف راهکار ییلان آب توسط کاربر ۲۰۲
- شکل ۶-۱۳- پنجره راهکار ET_e برای منطقه تحت آبیاری ۲۰۳
- شکل ۶-۱۴- پنجره ویژگی‌های خاک و انتخاب روش آبیاری ۲۰۴
- شکل ۶-۱۵- مرور کمک آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گیاه ۲۰۵
- شکل ۶-۱۶- مقایسه دو نوع نیاز آبی: $V_{c,ET}$ و $V_{c,DF}$ ۲۰۶
- شکل ۶-۱۷- پنجره خروجی‌های مربوط به نیاز آبی گیاه ۲۰۶
- شکل ۶-۱۸- پنجره graph جهت نمایش تغییرات شاخص‌ها ۲۰۹
- شکل ۶-۱۹- پنجره وارد کردن نام کاربری ۲۱۰
- شکل ۶-۲۰- پنجره تنظیم سامانه واحدها ۲۱۰

پیش‌گفتار نویسندگان

تداوم رشد جمعیت جهان، تقاضاهای جدید برای منابع آب را در پی دارد. بر این اساس در تمام فعالیت‌های زندگی از قبیل تولید غذا، تامین آب شهری و صنعت، تولید انرژی و مصارف قایقرانی و تفریحی آب بیشتری مورد نیاز است. در عین حال افزایش نمودار نیازهای آبی زیست محیطی دسترسی به منابع جدید آب را محدودتر کرده و باعث افزایش رقابت برای منابع در دسترس می‌شود.

به منظور اطمینان از توزیع عادلانه آب بین مصرف کنندگان، بهبود مدیریت منابع آب ضروری است. بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب دارای ظرفیت قابل توجهی جهت حفاظت و مصرف مؤثرتر منابع آب است. تحویل دقیق مقادیر مورد نیاز آب در زمان مناسب موجب صرفه جویی در مصرف آب و بهبود کمیت و کیفیت تولیدات کشاورزی خواهد شد. بر این اساس، در اینجا روش کمی سازی نیاز آب آبیاری با توجه به نقش کلیدی آن در شناخت نیازهای آبی بشر به آب و غذا، تشریح می‌گردد.

در این کتاب اطلاعات بیشتری در خصوص صعود کاپیلاری به عنوان یک منبع آب ارائه شده و اینکه با مدیریت سطح آب زیرزمینی در طی فصل رشد می‌توان نیاز به آب سطحی را کاهش داد. این روش مدیریت سطح ایستابی همچنین کاهش نیاز به زهکشی مصنوعی را در پی داشته و در نتیجه اثر نامطلوب پساب زهکشی بر اکوسیستم پایین دست را کاهش می‌دهد.

همچنین نرم افزار CRIWAR به عنوان یک ابزار مفید در مدیریت پروژه‌های آبیاری با الگوهای کشت متغیر و در ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی می‌تواند بکار رود. محدودیتی در دامنه کاربرد این کتاب و نرم افزار مربوطه وجود ندارد. ما امیدواریم این کتاب در راستای مدیریت مؤثر آب به عنوان یکی از ضروری ترین و مشهودترین منابع طبیعی، راهگشا باشد.

Marinus G. Bos, Enschede, The Netherlands
Rob A.L. Kselik, Wageningen, The Netherlands
Richard G. Allen, Kimberly, Idaho, USA
David J. Molden, Colombo, Sri Lanka

پیشگفتار برگردانندگان

به فرموده قرآن کریم، آب منشاء حیات و عامل اصلی تداوم و پویایی بقاء در سطح کره زمین است. استفاده بهینه از منابع آبی و یافتن راه‌حل‌های ممکن برای کاهش و پیش‌بینی مشکلات مربوط به مدیریت این عنصر حیاتی همواره از اهداف توسعه صحیح و اصولی کشاورزی بوده است. محدودیت منابع آب و رقابت بخش‌های مختلف در استفاده از این منابع از یک طرف و افزایش سطح اراضی فاریاب از طرف دیگر اهمیت بهره‌برداری بهینه از این منابع را صد چندان می‌سازد. جهت بهره‌برداری مناسب از منابع آب، برآورد دقیق آب مورد نیاز گیاهان در مطالعات کشاورزی، منابع طبیعی، منابع آب و محیط زیست ضروری است.

هرچند هدف اصلی آبیاری تأمین نیاز آبی گیاه است، اما اغلب به ضرورت برآورد نیاز آبی گیاهان در طرح‌های آبیاری توجه کافی نمی‌شود. این امر سبب عدم تناسب بین عرضه و تقاضای آب می‌شود. به عبارتی اجرای پروژه همراه با کمبود یا مازاد آب است که هر دو باعث هدر رفتن سرمایه می‌شود. از جمله دلایل وجود خطا در برآورد نیاز آبیاری، عدم آگاهی و دقت کافی در برآورد اجزاء موازنه آبی است. در این کتاب تمام اجزاء موازنه آبی در یک منطقه تحت آبیاری شامل تبخیر-ترقی (فصل دوم)، بارش مؤثر (فصل سوم) و صعود مونیگی (فصل چهارم) مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. سپس در فصل پنجم تمام اجزاء در قالب یک راهکار مدیریت آب ترکیب شده و موازنه تبخیر-ترقی واقعی (به عبارتی تولید محصول) با بیلان آب زیرزمینی در منطقه تحت آبیاری (با هدف محیط زیست پایدار) برقرار می‌شود. در فصل ششم مدل CRIWAR 3.0 که یک برنامه شبیه‌سازی جهت تعمیم تبخیر-ترقی برآورد شده از سطح تحت کشت به نیاز آبی منطقه تحت آبیاری است، ارائه می‌شود. بنابراین کتاب حاضر می‌تواند به‌عنوان کتاب درسی یا کمک درسی در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در رشته‌های مختلف کشاورزی و منابع طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در طراحی و مدیریت پروژه‌های آبی، مطالب کتاب می‌تواند مورد استفاده سازمان‌های مرتبط، شرکت‌های طراح و مشاور قرار گیرد.

در برگردان کتاب سعی بر ارائه ترجمه‌ای روان و تا حد ممکن بدون اشتباه با حفظ امانت‌داری بوده است. در عین حال اثر پیش‌رو خالی از اشکال نبوده و از این رو از شما خواننده گرامی یاری می‌جویم تا اعمال پیشنهادهای شما سبب ارتقاء اثر در چاپ‌های بعدی شود.

در به ثمر رسیدن این اثر از حوزه‌های معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان و دانشکده علوم کشاورزی سپاسگزاری می‌شود. همچنین از آقای دکتر محسن زواره به واسطه مساعدت در تهیه نسخه اصلی کتاب، داوران و ویراستاران گرامی به واسطه دقت‌نظر در مطالعه اثر و ارائه نظرات و پیشنهادهای ارزشمند قدردانی و سپاسگزاری می‌شود.

دکتر نادر پیرمرادیان
دانشگاه گیلان، رشت