

عنوان و نام پدیدآور

را:هاکارهای مدیریت آبیاری در مناطق خشک/ تالیف مسعود پارسى نژاد، مهدى سرایى تیریزى؛ ویراستار فنى مجتبى اکرم ویراستار ادبى محمد حسن‌لى؛ [برای] کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ، وزارت نیرو شرکت مدیریت منابع آب ایران.

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شاہک

وضعیت فهرست نویسی

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شماره ۱۰۰ و ۱۰۱

شُنايه افزوده

شماره ۱۰۰

۵۱:۵۱، ۵۱:۵۱، ۵۱:۵۱

دە بەدەن ئىسكە

ده بندی دیوپی

شماره کتابشناسی

نام کتاب: راهکارهای مدیریت آبیاری در مناطق خشک

مولفين: مسعود پارسى نژاد، مهدي سرائي تبريزي

ویراستار فنی: مجتبی اکرم

ویراستار ادبی: محمد مسنلی

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

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

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۸۰۰۰۰ ریال

شایک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۸۷۵-۲-۷

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی (ظفر شرقی)، خیابان شهید کارگزار، خیابان شهید شهرساز، بلای ۱ -

تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمایر: 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 کشورمان در بخش آبیاری و زهکشی به تفاوت‌تر از سایر کشورهای جهان که شرایط طبیعی نسبتاً پایداری دارند باشند. پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی ایران می‌بایست از پویایی، ابتکار، نوآوری و پژوهش محوری ویژه‌ای برخوردار باشند تا بتوانند کشور را در شرایط پایدار تولید حفظ نمایند. کلیه کارشناسان و مراکز علمی، پژوهشی و آموزشی که در خانوار بزرگ آب و خاک کشورمان فعال هستند مسئولیت بزرگی در تأمین امنیت آبی 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 ۱۰۰ جلد کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی - آموزشی، راهیای کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور به خوبی آشکار است. خودباوری کارشناسان ایرانی به تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته، بلکه در سطح بین‌المللی نیز موجب ارتقای زیادی برای ایران شده است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند، دستند 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 رطبت‌بخش 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،

مدیرعامل شرکت مدیریت منابع آب ایران

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

پیشگفتار مولفین

بر اساس شاخص‌های بین‌المللی (سازمان ملل) هنگامی که مقدار برداشت از منابع تجدیدپذیر بیش از ۴۰٪ باشد شرایط آبی کشور بحرانی شناخته می‌شود. این رقم در حال حاضر در ایران نزدیک ۷۰٪ است. شاخص‌های دیگری نیز در این راستا متناسب با سرائه آبی معرفی شده‌اند. بدیهی است با هر شاخص تعریف شده، شرایط آبی کشور بحرانی است و با روند پیش روی بهره‌برداری و مصرف روز به روز بدتر نیز خواهد شد.

بر پایه آمار در دسترس، مصرف آب در بخش کشاورزی به ۹۰٪ می‌رسد؛ در حالی که متوسط این شاخص در دنیا به‌تر از ۷۰٪ است. با رشد روزافزون جمعیت در کشور و گسترش شهرنشینی و تغییر الگوی مصرف آب شهری، مهم‌ترین راهکار عملی برای رویارویی با مشکل کم‌آبی، کاهش سهم آب در بخش کشاورزی است که افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی را در پی خواهد داشت.

در این راستا تدابیری مانند بازنگری آبیاری (که برخلاف نظریه‌ای که همواره به افکار عمومی باورانده می‌شود، به معنای حیثیت و شایسته‌داری آبیاری نیست)، افزایش کارایی مصرف آب، تغییر ترکیب کشت، استفاده دوباره از آب‌های برگشتی متناسب با شرایط منطقه و مزرعه قابل بررسی و کاربرد است. با توجه به اهمیت به‌کارگیری راهکارهای مدیریتی جامع و در سطح ملی و با توجه به سهم بالای مصرف آب در بخش کشاورزی، موضوع‌های انتاب شده در این کتاب، پیرامون محورهای مدیریتی در زمین‌های فاریاب مناطق خشک و نیمه‌خشک است. راندمان و تولید محصولات کشاورزی در ایران در بسیاری از اراضی به دلیل کمبود دسترسی به منابع آب و انباشت نمک‌ها و شوری خاک به شدت کاهش یافته است. مدیریت ضعیف و شستشوی ناکافی نمک‌ها در ناحیه ریشه و در نتیجه انباشت نمک از مشکلات عمده در این اراضی بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و از عمده‌ترین دلایل محدود کننده تولید محصولات غذایی به شمار می‌رود. در این راستا، در فصل اول تا چهارم کتاب به بحث در رابطه با مشکلات و مدیریت شوری پرداخته شده است. بن‌مایه این بخش ترجمه فصل هفتم از کتاب «Design and Operation of Farm Irrigation Systems» است که در سال ۲۰۰۶ توسط ASABE^۱ به چاپ رسیده است. این کتاب در واقع تجدید چاپ کتابی است که به عنوان کتاب مقدس^۲ در موضوع سیستم‌های آبیاری در بین صاحب‌نظران لقب گرفته بود. علاوه بر متن ترجمه شده این فصل حاوی افزوده‌هایی چند است که متناسب با نیازهای مدیریتی در اراضی فاریاب در کشور منظور شده است. در این بخش ضمن تبیین و تعریف مبانی مشکلات و مسائل شوری در اراضی تحت آبیاری و بحث درباره واکنش گیاهان نسبت به شوری، به برخی از راهکارهای مدیریتی در مورد آبشویی، کشت و آبیاری با آب شور پرداخته شده است.

1 American Society of Agricultural and Biological Engineers

2 Bible

در جهت تکمیل مطالب ارایه شده، مطالبی نیز در رابطه با بهسازی اراضی، تنظیم و به این بخش اضافه شده است. در این فصل سعی شد بر خلاف کتاب‌های دیگر از دیدگاه مهندسی آبیاری به مسئله شوری توجه شود و در فصل سوم با توجه به این که بخش چشم‌گیری از منابع آب و خاک کشور، شور و یا مستعد شوری هستند، به کاربردهای حاصل از شناخت واکنش گیاهان نسبت به شوری در مدیریت آبیاری پرداخته می‌شود. در فصل چهارم مبحث آشنایی و بهسازی اراضی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای مدیریتی آبیاری شرح داده می‌شود. در فصل پنجم و ششم، مبحث استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی ارائه شده است. در این فصل از فاضلاب و آب بازیافتی حاصل از تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی به‌عنوان یک منبع آب و استفاده از این منابع بعنوان رویکرد مدیریتی جایگزین در جهت تامین آب مورد نیاز آبیاری معرفی شده است.

همچنان، بخش اعظم مطالب این دو فصل ترجمه مستقیم فصل بیستم از کتاب یاد شده است که بارها به‌عنوان مرجع اصلی در درج «استفاده مجدد از آب‌های نامتعارف» در دانشگاه تهران مورد استفاده قرار می‌گرفت. مدیریت آب‌های نامتعارف در برگرفته دو محور جامع «مدیریت دفع^۱» و «مدیریت استفاده مجدد^۲» است که هر کدام بی‌آمدهای گوناگون زیست‌محیطی و کاربردی را در بر دارد. در این فصل از کتاب، در ابتدا ضمن معرفی انواع آب‌های نامتعارف و ویژگی‌های عناصر مختلف موجود در این نوع آب‌ها مورد بحث قرار گرفته است. در ادامه به مبانی مدیریتی استفاده از این منابع در بخش کشاورزی پرداخته شده است. هم‌چنین مثال‌هایی از بانی طراحی آبیاری با آب‌های نامتعارف، متناسب با کیفیت آن (بطور مشخص مقدار نیتروژن وجود) ارائه شده است. علی‌رغم اهمیت و نقش موثر استفاده از آب‌های نامتعارف، به‌عنوان یک راهکار مؤثر و شدنی در بخش کشاورزی انتشارات بسیار معدودی در این زمینه در کشور به چشم می‌خورد. با توجه به اهمیت پرداختن به سوابق و مسائل دچار استفاده از آب‌های متعارف در کشور، تعریف‌ها، شاخص‌ها و مثال‌های گوناگونی از استفاده این منابع در ایران برگرفته از نشریه‌های شماره ۵۳ و ۵۳۵ وزارت نیرو در این بخش آورده شده است. در فصل هفتم مبحث به نسبت جدید آبیاری بخشی منطقه ریشه^۳ به‌عنوان راهکاری مناسب در جهت افزایش کارایی مصرف آب آبیاری ارائه شده است. بکارگیری این روش می‌تواند در بسیاری از شرایط، بعنوان راهکاری برتر و پاسخگو در راستای بهبود کارایی مصرف آب آبیاری باشد. نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده که در اثر تطبیق‌پذیری گیاه به شرایط محیطی، با وجود اعمال آب کم‌تر، عملکرد محصول کاهش قابل توجهی نداشته و حتی در بعضی از شرایط عملکرد محصول به لحاظ کیفی بهبود یافته است. بخش اعظم مطالب این فصل برگرفته از مقاله مروری استاد گرامی جناب آقای دکتر علیرضا سپاسخواه و آقای

1 Disposal

2 Reuse

3 Partial Root-Zone Drying

دکتر سیدحمید احمدی تحت عنوان «A Review of Partial Root-Zone Drying Irrigation» است که در برگیرنده شماری از مطالعات ایشان در ایران می باشد. در عین حال مطالعات گوناگون دیگری، از جمله نتایج چند مقاله توسط مؤلفین کتاب، در این فصل ارائه شده است. در فصل هشتم و پایانی کتاب نیز راهکارهای کاربردی در استفاده از روش آبیاری بخشی منطقه ریشه ارائه گردیده است.

روش های مدیریتی ارائه شده در این مجموعه، تنها بخشی از راهکارهای ممکن در جهت استفاده بهینه و افزایش بهره وری آب در اراضی فاریاب در مناطق خشک و نیمه خشک است. امید است گردآوری و ارائه این کتاب در جهت ایجاد انگیزه بیش تر برای پژوهشگران محترم کشور باشد تا در جهت تدوین انتشارات دیگر در راستای این نیاز فوری ملی گام بردارند.

لازم به ذکر است بعضی از منابع اصلی در این کتاب طی سالیان گذشته به عنوان منابع درسی در درس مختلف دانشگاهی توسط مؤلفین این مجموعه مورد استفاده قرار می گرفته است. استقبال دانشجویان از این مطالب، انگیزه ای در جهت ترجمه و تدوین این مطالب بوده است. امیدواریم مفید فایده قرار گیرد. در خاتمه لازم می دانم از دانشجویان عزیز گروه مهندسی آبیاری دانشگاه تهران به ویژه همکاری صمیمانه دانشجویان گرامی سرکار خانم مهندس بهاره حسن پور و جناب آقای مهندس محمود بابالار سپاسگزاری نمایم.

به عنوان حسن ختام، از زحمات ارزشمند و دانش آسانه استاد گرامی جناب آقای مهندس اکرم در ارائه نظرات ارزشمند متعدد و همچنین ویراستاری ادبیات آقای مهندس محمد حسن لی که در جهت بهبود این مجموعه نقش بسیار زیادی داشت تشکر و قدردانی کنیم. در عین حال از کلیه خوانندگان و صاحب نظران محترم تقاضا می شود با ارائه پیشنهادات اصلاحی به ما را یاری فرمایند.

و من الله اتوفیق

مسعود پارسی نژاد - مهدی سرائی تبریزی

فصل اول- کلیاتی در مورد شوری آب و خاک

۱-۱- مقدمه

۱-۲- دامنه خطر شوری

۱-۳- خطرات ناشی از شوری

۱-۳-۱- پیشینه تاریخی

۱-۳-۲- روند شور شدن اراضی از گذشته تا حال

۱-۳-۳- نگرانی های آینده

۱-۴- نکاتی پیرامون مدیریت مناسب اراضی با انجام آزمایش ها و نمونه گیری های استاندارد

۱-۵- اندازه گیری شوری

۱-۵-۱- حس گرهای تخلخل شوری

۱-۵-۲- حس گرهای شوری سنج چهار الکترودی

۱-۵-۳- القاگر الکترومغناطیس سنج

۱-۵-۴- دستگاه TDR

۱-۶- واحدهای اندازه گیری شوری و تبدیل آنها

۱-۷- سدیمی بودن

۱-۸- نتیجه گیری و جمع بندی

فصل دوم- واکنش گیاه به شوری

۱-۲- کاهش عملکرد محصول در اثر شوری

۲-۲- واکنش گیاه به شوری تحت شرایط محیطی، خاک و کشت متفاوت

۲-۲-۱- شرایط محیطی

۲-۲-۲- خاک

۲-۲-۳- کشت

۲-۳- اثر برخی از یون های خاص

۲-۳-۱- بُر

۲-۳-۲- کلر

۲-۳-۳- سدیم

۲-۴- توابع تولید عملکرد محصول-شوری آب آبیاری

فصل سوم- مدیریت شوری

۱-۳- مفهوم مدیریت شوری

۲-۳- آیشویی

۳-۳- نیاز آیشویی

- ۳۶ ۴-۳- شوری خاک در اثر آبیاری ناکافی
- ۳۹ ۵-۳- مدیریت شوری و اثر آب زیرزمینی کم عمق
- ۳۹ ۶-۳- جریان کاپیلاری
- ۴۱ ۷-۳- استفاده گیاه از آب زیرزمینی
- ۴۳ ۸-۳- اثرات شوری بر طراحی سیستم‌های آبیاری
- ۴۸ ۹-۳- گزینه‌های مدیریت شوری
- ۴۸ ۱-۹-۳- استفاده تلفیقی از آب شور و غیر شور
- ۴۹ ۱-۱-۳- اختلاط
- ۵۰ ۲-۱-۹-۳- استفاده از آب‌های با چرخه‌ای
- ۵۳ ۲-۹-۳- برنامه ریزی آبیاری
- ۵۳ ۳-۹-۳- آب آبیاری مورد نیاز
- ۵۴ ۴-۹-۳- دور آبیاری
- ۵۶ ۵-۹-۳- ملاحظات کشت
- ۵۶ ۱-۵-۹-۳- انتخاب محصول
- ۵۷ ۲-۵-۹-۳- تعیین محل کاشت بذر
- ۵۷ ۳-۵-۹-۳- تراکم کشت
- ۵۷ ۶-۹-۳- نفوذ
- ۶۰ ۷-۹-۳- بهسازی خاک‌های شور شده
- ۶۰ ۱-۷-۹-۳- اصلاح خاک‌های شور
- ۶۲ ۲-۷-۹-۳- اصلاح خاک‌های سدیمی
- ۶۳ ۳-۷-۹-۳- شستشوی بُر
- ۶۳ ۸-۹-۳- بررسی زهکشی به عنوان رکن اساسی مدیریت شوری
- ۶۴ ۱-۸-۹-۳- عمق مجاز سفره آب زیرزمینی به صورت دائمی و یا موقت
- ۶۴ ۲-۸-۹-۳- جابه‌جایی آب اضافی آبیاری
- ۶۵ ۳-۸-۹-۳- ویژگی‌های فیزیکی خاک
- ۶۵ ۱۰-۳- پی‌آمدهای زیست محیطی
- ۶۶ ۱۱-۳- خلاصه و نتیجه‌گیری
- ۶۹ **فصل چهارم- آبیاری برای بهسازی خاک**
- ۶۹ ۱-۴- آبیاری اثربخش با تأمین کم‌ترین نیاز آبیاری
- ۷۰ ۲-۴- آبیاری با هدف بهسازی خاک
- ۷۱ ۳-۴- پایش شوری خاک به منظور ارزیابی کفایت آبیاری

- ۷۴-۴-۴- نیاز و جزء آیشویی
- ۷۶-۴-۵- نمونه‌ای عملی از آزمایش آیشویی نمک‌های محلول خاک
- ۷۸-۴-۵-۱- تغییرات شوری و درصد سدیم تبدالی (سدیمی بودن) خاک در دوره آیشویی
- ۸۶-۴-۵-۲- منحنی شوری زدایی و سدیم‌زدایی خاک محل آزمایش
- ۹۱- فصل پنجم- آبیاری با فاضلاب و آب بازیافتی حاصل از تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی
- ۹۱-۵-۱- آب‌های نامتعارف
- ۹۱-۵-۲- انواع آب‌های نامتعارف
- ۹۲-۵-۲-۱- منابع آب‌های شور و لب‌شور
- ۹۲-۵-۲-۲- زه آب
- ۹۳-۵-۲-۳- پساب شهری صنعتی
- ۹۷-۵-۳- جایگاه استفاده از فاضلاب در بهمن
- ۹۷-۵-۴- استانداردهای استفاده از فاضلاب
- ۱۰۰-۵-۵- ویژگی‌ها و ترکیب فاضلاب و آب بازیافتی
- ۱۰۲-۵-۱-۵- ویژگی‌ها و ترکیبات شیمیایی
- ۱۰۳-۵-۱-۵- نیتروژن (N)
- ۱۰۳-۵-۲-۱- فسفر (P)
- ۱۰۴-۵-۳-۱- کربن (C)
- ۱۰۴-۵-۴-۱- روغن و چربی
- ۱۰۵-۵-۱-۵- بُر (Boron)
- ۱۰۵-۵-۱-۶- سایر یون‌ها
- ۱۰۶-۵-۷-۱- استانداردهای مربوط به شوری آب در مصارف زراعی
- ۱۰۷-۵-۸-۱- فلزات سنگین
- ۱۰۹-۵-۹-۱- سایر ویژگی‌ها شیمیایی
- ۱۰۹-۵-۲-۱- اجزای بیولوژیک و ویژگی‌های آن‌ها
- ۱۰۹-۵-۱-۲- عوامل بیماری‌زا
- ۱۰۹-۵-۲-۲- مواد آلی
- ۱۰۹-۵-۳-۲- نیاز اکسیژن
- ۱۱۰-۵-۴-۲- مواد آلی کمیاب
- ۱۱۰-۵-۵-۲- زیست‌مندان خُرد یا میکرو ارگانیسم‌ها
- ۱۱۰-۵-۳-۳- ترکیبات فیزیکی و ویژگی‌های آن‌ها
- ۱۱۱-۵-۱-۳- بو

- ۱۱۱ ۵-۳-۲- اکسیژن محلول
- ۱۱۱ ۵-۳-۳- مواد جامد
- ۱۱۲ ۵-۴-۴- کیفیت بعضی از فاضلاب‌ها و آب‌های بازیافتی مشخص
- ۱۱۲ ۵-۴-۱- فاضلاب شهری
- ۱۱۲ ۵-۴-۲- واحدهای گاوداری متراکم CAFO
- ۱۱۲ ۵-۴-۳- فاضلاب واحدهای صنایع غذایی
- ۱۱۲ ۵-۶- مواد غذایی در فاضلاب و آب بازیافتی
- ۱۱۴ ۵-۷- دفعه‌های سلامتی
- ۱۱۶ ۵-۷- موجودات زنده در فاضلاب
- ۱۱۶ ۵-۷-۱- باکتری‌ها
- ۱۱۷ ۵-۷-۲- ویروس‌ها
- ۱۱۸ ۵-۷-۳- کرم‌ها
- ۱۱۸ ۵-۷-۴- عوامل بیماری‌زا
- ۱۲۰ ۵-۷-۲- وضعیت تولید و مدیریت فاضلاب در ایران
- ۱۲۰ ۵-۷-۳- بررسی قابلیت استفاده در کشاورزی
- ۱۲۱ ۵-۷-۴- جنبه‌های سلامتی در آبیاری با فاضلاب
- ۱۲۳ ۵-۸- کشت‌های مناسب آبیاری با فاضلاب و آب بازیافتی
- ۱۲۵ ۵-۹- بازیافت عناصر مغذی و بهبود حاصلخیزی خاک
- ۱۲۹ فصل ششم- طراحی سیستم‌های آبیاری با پساب
- ۱۲۹ ۶-۱- طراحی سیستم بر اساس شدت بارگذاری نیتروژن
- ۱۲۹ ۶-۱-۱- روند طراحی
- ۱۳۱ ۶-۱-۲- بیلان نیتروژن
- ۱۳۵ ۶-۱-۳- بیلان فسفر
- ۱۳۵ ۶-۲- سیستم‌های آبیاری با فاضلاب
- ۱۳۵ ۶-۲-۱- سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای برای کاربرد آب‌های بازیافتی
- ۱۳۷ ۶-۲-۲- سیستم‌های آبیاری سنتریپوت
- ۱۳۸ ۶-۲-۳- سیستم‌های آبیاری آبپاش تفنگی
- ۱۳۹ ۶-۲-۴- سیستم‌های خرد آبیاری
- ۱۳۹ ۶-۲-۴-۱- سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی
- ۱۴۰ ۶-۲-۴-۲- گرفتگی قطره‌چکان‌ها
- ۱۴۱ ۶-۲-۵- مؤلفه‌های سیستم

- ۱۴۲ ۶-۲-۶ بهره‌برداری سیستم خط لوله
- ۱۴۳ ۶-۳ طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌ها در راستای تأمین سلامت انسانی
- ۱۴۶ ۶-۴ پایش
- ۱۴۶ ۶-۴-۱ پایش مقبولیت
- ۱۴۶ ۶-۴-۲ پایش عملکرد
- ۱۴۷ ۶-۴-۳ پایش خاک
- ۱۴۷ ۶-۴-۴ پایش آب ریز زمینی و پوشش گیاهی
- ۱۴۸ ۶-۴-۵ پایش فضا
- ۱۴۸ ۶-۴-۶ فراوانی پایش
- ۱۵۱ فصل هفتم- کلیاتی درباره روش آبیاری بخشی
- ۱۵۱ ۷-۱ مفاهیم کم‌آبیاری
- ۱۵۱ ۷-۲ تولید محصول با اعمال روش‌ها، مدیریت کم‌آبیاری
- ۱۵۲ ۷-۳ انواع روش‌های کم‌آبیاری
- ۱۵۲ ۷-۴ برنامه‌ریزی آبیاری تحت شرایط کم‌آبیاری
- ۱۵۴ ۷-۵ معرفی روش آبیاری بخشی
- ۱۵۶ ۷-۶ مبانی نظری روش آبیاری بخشی (PRD)
- ۱۵۷ ۷-۷ تبادل گاز در گیاهانی که با روش PRD آبیاری می‌شوند
- ۱۵۹ ۷-۸ مدل‌سازی تبادل گاز در گیاهانی که با روش PRD آبیاری می‌شوند
- ۱۵۹ ۷-۹ توسعه ریشه و جذب آب در گیاهانی که با روش PRD آبیاری می‌شوند
- ۱۶۱ فصل هشتم- کاربرد روش آبیاری PRD
- ۱۶۱ ۸-۱ افزایش بهره‌وری مصرف آب (WP)
- ۱۶۲ ۸-۲ مطالعات آزمایشی روی PRD
- ۱۶۲ ۸-۳ گیاهان زراعی
- ۱۶۲ ۸-۳-۱ چغندر قند
- ۱۶۳ ۸-۳-۲ سورگوم (ذرت خوشه‌ای)
- ۱۶۳ ۸-۳-۳ ذرت (دانه‌ای)
- ۱۶۵ ۸-۳-۴ گندم زمستانه
- ۱۶۵ ۸-۳-۵ سویا (لوبیای روغنی)
- ۱۶۷ ۸-۳-۶ لوبیا
- ۱۶۷ ۸-۳-۷ پنبه
- ۱۶۸ ۸-۳-۸ کلزای پاییزه

۱۶۸	۴-۸- سبزیجات
۱۶۸	۸-۴-۱- سیبزمینی
۱۶۹	۸-۴-۲- گوجه‌فرنگی
۱۷۱	۸-۴-۳- فلفل تند
۱۷۱	۸-۵- محصولات باغی
۱۷۱	۸-۵-۱- گلابی
۱۷۲	۸-۵-۲- سیب
۱۷۲	۸-۵-۳- زردآلو
۱۷۳	۸-۶- ننیج سیری
۱۷۵	منابع