



اصول و کاربرد کم آبیاری

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مؤلفین:

علیرضا توکلی

علیرضا سپاسخواه

سید فرهاد موسوی

سپاسخواه، علیرضا، ۱۳۲۴ -

اصول و کاربرد کم آبیاری / تألیف علیرضا سپاسخواه، علیرضا توکلی، فرهاد موسوی. - تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۵.
۲۸۸ ص.: مصور، جدول، نمودار؛

ISBN 964-6668-48-8

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

ص.ع. به انگلیسی: A. R, Sepaskhah. Principles and applications of deficit irrigation.
کتابنامه: ص. [۲۶۷] - ۲۸۸.

۱. کم آبیاری. ۲. آبیاری - زمانبندی. ۳. آبیاری - مهندسی. ۴. آبیاری - کانالها و نهرها - طرح و ساختمان. ۵. کشاورزی - تأمین آب. الف. توکلی، علیرضا. ۱۳۲۶ - ب. موسوی، فرهاد. ۱۳۳۰ - ج. ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. د. عنوان.

۵۸۷ / ۶۳۱

۲۸ س / ۶۱۹ S

۴۰۶۳۷ - ۴ م

کتابخانه ملی ایران

نام کتاب: اصول و کاربرد کم آبیاری (شاقص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی و مد
بهینه آن)

مؤلفین: علیرضا سپاسخواه، علیرضا توکلی و سیدفرهاد موسوی

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

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

چاپ اول: ۱۳۸۵

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۶۴-۶۶۶۸-۴۸-۸

نشانی: تهران - خیابان شهید دستگردی - خیابان شهید کارگر - خیابان شهید شهرساز -

پلاک ۲۴ - کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵

<http://www.irncid.org>

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

سر آغاز

آبیاری کامل به منظور کسب حداکثر محصول از واحد سطح در شرایطی قابل اعمال است که اولاً آب به مقدار کافی در اختیار باشد و ثانیاً امکان توسعه و افزایش سطح زیر کشت وجود نداشته باشد. اما شرایط اقلیمی و اراضی کشاورزی در بیشتر مناطق کشورمان به گونه‌ای است که نه تنها آب به اندازه و مقدار کافی در دسترس نیست، بلکه اراضی مستعد و قابل احیای زیادی وجود دارند که در صورت رسیدن آب به آنها امکان افزایش تولید قابل توجهی وجود خواهد داشت.

با توجه به محدودیت منابع آب توصیه می‌شود که کم آبیاری به عنوان یک گزینه کارآمد به منظور افزایش بهره‌وری آب در طرح‌ها و پروژه‌های آبیاری مدنظر قرار گیرد. کم آبیاری عبارت است از «مصرف عامدانه و عالمانه کمتر آب، به منظور افزایش تولید در مجموعه اراضی تحت پوشش» و یا به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت کم آبیاری عبارت است از «استفاده بیشتر و بهتر از واحد حجم آب» می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده در کشور حاکی از کارآمد بودن این روش به منظور استفاده صحیح‌تر از آب و کسب سود بیشتر است. باید توجه داشت برای استفاده حداکثر از پتانسیل واحد حجم آب لازم است در مرحله اول از «یانش آبیاری» و در مرحله دوم از «عملیات صحیح آبیاری» توأمان بهره گرفت. در بکارگیری فن کم آبیاری رعایت ملاحظات مهندسی از ضروریات رسیدن به موفقیت است و باید توجه داشت صرفاً با کم آب دادن به گیاه بدون توجه به زمان، مقدار و کیفیت آب آبیاری ممکن است نه تنها سود بیشتری حاصل نگردد بلکه موجب بروز خسارات زیادی نیز گردد.

در کتاب حاضر که توسط گروهی از اساتید و صاحب نظران در زمینه کم آبیاری نوشته شده ابعاد مختلف کم آبیاری از جنبه‌های فنی و اقتصادی تشریح شده است و همچنین با افزودن تجارب عینی حاصل از فعالیت‌های تحقیقاتی و میدانی به کتاب علاوه بر عینیت بخشیدن به جنبه‌های نظری و تئوری از حیث کاربردی و عملیاتی نیز بسیار پربار می‌باشد.

در پایان لازم می‌دانم از آقای مهندس علیرضا توکلی که قدم‌های اولیه را برای تالیف این کتاب برداشتند و از آقای دکتر علیرضا سپاسخواه که در غنای علمی کتاب تلاش وافر داشتند و از آقای دکتر سید فرهاد موسوی که با ایجاد رابطه منطقی از منابع آب و کم آبیاری لزوم توجه به کم آبیاری را تاکید کردند و همچنین از دبیر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران آقای مهندس سیداسدالله اسداللهی و همکاران ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

رسول زرگر

معاون وزیر نیرو در امور آب

و رئیس شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

منشور راهبردها

کمبود آب تنها تهدید اساسی برای بقای بشر، اکوسیستم طبیعی و تکوین تمدن‌ها است. امنیت غذایی، بهداشت و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به شدت صدمه می‌بیند. سرانه آب در ایران که در سال‌های ۳۷-۱۳۳۵ حدود ۵۰۰۰-۴۰۰۰ متر مکعب در سال بوده در حال حاضر به کمتر از ۲۰۰۰ متر مکعب در سال رسیده است و پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۰ به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال برسد. از سوی دیگر، بخش کشاورزی به عنوان مصرف کننده عمده آب (۹۵-۶۰ درصد کل منابع قابل دسترس) بایستی ضمن رقابت سرسختانه و مستمر با سایر بخش‌ها از جمله صنعت، شرب و خانگی به ارزش اقتصادی آب بیشتر توجه نماید که تنها در سایه «تولید بیشتر به ازای واحد آب مصرفی» این تداوم مصرف امکان‌پذیر است. دستیابی به این منشور بقا با اعمال مدیریت‌های آگاه و به کارگیری فناوری نوین مهندسی آبیاری میسر است که به طور خلاصه شامل موارد زیر می‌شود:

- ۱- اعمال مدیریت کم‌آبیاری (Efficient irrigation) در زراعت آبی همراه با بارش فصل رشد و برهمکنش کود نیتروژن با توجه به مزیت‌های نسبی آن که منجر به تدوین سند ملی عمق بهینه آب مصرفی می‌گردد.
- ۲- اعمال مدیریت آبیاری تکمیلی (Supplementary irrigation) و تک‌آبیاری (Single irrigation) در زراعت دیم و زراعت نیمه آبی که منجر به تثبیت، افزایش و بهبود عملکرد در گستره زراعت دیم می‌گردد.
- ۳- با توجه به هجوم بخش‌های دیگر به سهم آب بخش کشاورزی و تصاحب مصرف و آلوده‌سازی آن، بخش کشاورزی برای بقا و استمرار حیات بشری، بایستی نگاهی نو و محققانه به سوی کشف منابع مفقوده آب داشته باشد. استحصال و جمع‌آوری آب باران (Water harvesting) از ارزان‌ترین، ساده‌ترین و زیباترین شیوه‌های تأمین آب است که آیه شریفه «و جعلنا من الماء کل شیء حی» را متجلی خواهد ساخت.

- ۴- بایستی در مدیریت‌هایی چون بازچرخانی (Recycling) آب، استفاده از آب‌های نامتعارف، استفاده از پساب‌های تصفیه شده و بهبود مدیریت‌های زراعی تجدید نظرهای فنی و کلی به عمل آورد.
 - ۵- برقراری نظام ملی تخصیص آب با تکیه بر اصول توسعه پایدار همه سویه.
 - ۶- برقراری نظام حسابداری ملی آب و امکان سنجش واقعی میزان آب تحویل شده.
 - ۷- برقراری نظام مشارکت مردمی به ویژه در بخش نگهداری و بهره‌برداری از آب.
 - ۸- به‌سازی و به‌گزینی سیستم‌ها و روش‌های آبیاری و اعمال مدیریت تلفیقی بهره‌برداری از آب.
 - ۹- به‌سازی و ارتقای دانش و بینش کارگزاران و بهره‌برداران و ایجاد بخش ارتباطی زبده، آگاه و فرانگر.
 - ۱۰- فرانگری در طراحی، اجرا و بهره‌برداری شبکه‌ها و سیستم‌های آبیاری با ملحوظ داشتن تخصص‌های علوم زراعی، خاک، اقتصاد، زیست محیطی و مسائل اجتماعی.
 - ۱۱- ایجاد مرکز ساماندهی فنی طراحی و اجرای سیستم‌های آبیاری و تخصصی شدن آن. ایجاد پایگاه اطلاعاتی از شبکه‌ها و سیستم‌های موجود به عنوان یک اثر علمی و نظارت و ارزیابی آنها، که مجموعاً در حیطه وظایف نظام مهندسی آبیاری و زهکشی قرار خواهد گرفت.
 - ۱۲- تحقیقات، اکسیر نوآوری در نوسازی، طراوت و تولید دانش و بینش است. لذا توجه به تحقیقات مرتبط با مسائل آب و مشارکت کلیه دستگاه‌ها ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.
 - ۱۳- توسعه سامانه‌های اطلاع رسانی و ترویجی.
 - ۱۴- عزم ملی شجاعانه ولی دشوار، به ویژه در بخش فرهنگ‌سازی.
- بهره‌وری بیشتر و بهینه‌سازی از جمله موضوعاتی است که در کلیه رشته‌هایی که دارای مبانی اقتصادی هستند، نمود و جایگاه ویژه‌ای دارد. شاید در گذشته، به دلیل وفور و عدم محدودیت برخی منابع و نهاده‌ها، تأمین آنها هزینه چندانی در برنداشت، از جمله تهیه و استحصال آب آسان و ارزان بود، تأمین نیروی کارگری مشکلی نداشت و نظایر اینها. اما امروزه به خاطر رشد بی رویه جمعیت، توجه به

فرهنگ زیست محیطی، امنیت غذایی و تلاش برای بهبود وضع بهداشت و درمان و زیاده‌خواهی رفاهی از یکسو و محدودیت منابع حیاتی و سایه انداختن ترفندهای سیاسی بر روابط انسانی از سوی دیگر سبب شده است که بسیاری از معادلات متوازن به نامعادلات جدی تبدیل شوند و یکی از این متغیرها در این نامعادلات، مسئله آب مصرفی در کشاورزی است. لذا جدای از همه مسائل و موضوعات، در این مجموعه فقط به نقش و اهمیت روش‌های بهینه‌سازی آب مصرفی در کشاورزی پرداخته می‌شود و امید می‌رود بتواند در تبیین جایگاه مصرف آب مؤثر واقع شود.

امروزه، کم‌آبایی به عنوان روشی که می‌تواند حداکثر تولید و سود خالص را به همراه بیاورد، به عنوان یک فناوری مهم، هدفمند، هوشمند و اقتصادی در مهندسی آبیاری مطرح است و در این نوشته، به ابعاد کاربردی آن، نمونه‌های عینی و شاخص‌های آستانه‌ای عمق آب مصرفی توجه شده است. این مجموعه می‌تواند مانند راهنما و دستورالعملی مفید در اختیار پژوهشگران، دانشجویان و طراحان پروژه‌های آبیاری قرار گیرد.

لازم است اذعان نماییم که درک مفاهیم و روابط ریاضی بیان شده، بدون ارائه نمونه‌های عینی ملموس، نتایجی درخور نخواهد داشت. لذا در این مجموعه، غیر از منابع معتبر و نتایج تحقیقات و پژوهش‌های نگارندگان، از مقالات و گزارش‌های دیگران نیز استفاده شده است که تشریح کننده نحوه استفاده از روابط ریاضی کم‌آبایی است.

بدیهی است این مجموعه عاری از نقص نیست. اما امیدواریم که خوانندگان و صاحب‌نظران عزیز با ارائه راهنمایی‌های ارزنده خود بر ما منت گذارند.

علیرضا توکلی

علیرضا سپاس‌خواه

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم

عضو هیئت علمی دانشگاه شیراز

art.tavakoli@gmail.com

sepas@hafez.shirazu.ac.ir

سید فرهاد موسوی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

mousavi@cc.iut.ac.ir

فهرست مندرجات

صفحه

عنوان

فصل ۱

- ۱ شناسایی و اهمیت کم آبیاری
- ۱ ۱-۱ مقدمه
- ۲ ۲-۱ اهمیت و جایگاه کم آبیاری

فصل ۲

- ۱۱ منابع آب، کمبود آب و کم آبیاری
- ۱۱ ۱-۲ نگاهی کلی به منابع آب کره زمین
- ۱۸ ۲-۲ برنامه ریزی آبیاری تحت شرایط محدودیت منابع آب
- ۱۹ ۱-۲-۲ توابع تولید
- ۲۱ ۲-۲-۲ مدیریت کم آبیاری

فصل ۳

- ۲۷ توابع تولید
- ۲۷ ۱-۲ تعریف تابع تولید
- ۳۰ ۲-۲-۲ مدل ها و روابط بهینه سازی کم آبیاری
- ۳۲ ۱-۲-۳ فرمول استوارت و همکاران (۱۹۷۷)
- ۳۲ ۲-۲-۳ فرمول دورنبوس و کاسام (۱۹۷۹)
- ۳۳ ۳-۲-۳ رابطه مین هاس و همکاران (۱۹۷۴)
- ۳۴ ۴-۲-۳ رابطه هنکس و راسموسن (۱۹۸۲)
- ۳۴ ۵-۲-۳ رابطه جنسن (۱۹۶۸)
- ۳۵ ۶-۲-۳ رابطه دویت (۱۹۵۸)

عنوان

صفحه

۳۶	۷-۲-۳ رابطه هنکس (۱۹۷۴)
۳۶	۸-۲-۳ رابطه آرکلی (۱۹۶۳)
۳۷	۹-۲-۳ رابطه خطی تبخیر - تعرق با عملکرد
۳۷	۱۰-۲-۳ روابط مس (۱۹۸۶) و مس- هافمن (۱۹۷۷)
۳۸	۳-۳ کارایی مصرف آب
۳۹	۴-۳ شاخص برداشت
۴۰	۵-۳ بهینه‌سازی عمق آب مصرفی و سود خالص

فصل ۴

۴۵	اولین شکل بهینه‌سازی عمق آب مصرفی
۴۵	۱-۴ کلیات
۴۸	۲-۴ مثال‌هایی از بهینه‌سازی عمق آب مصرفی
۴۹	۱-۲-۴ گیاه گندم (دور آبیاری ۷ روز، منطقه کرج)
۵۲	۲-۲-۴ گیاه جو (دور آبیاری ۷ روز، منطقه کرج)
۵۷	۳-۲-۴ پنبه (گرگان)
۵۹	۴-۲-۴ بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت گندم، حوزه کلمبیا
۶۵	۵-۲-۴ بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت پنبه، کالیفرنیا
۶۸	۶-۲-۴ تابع هزینه ذرت، زیمبابوه

فصل ۵

۷۱	دومین شکل بهینه‌سازی عمق آب مصرفی
۷۱	۱-۵ کلیات
۷۱	۲-۵ محاسبه شاخص‌ها

فصل ۶

- ۷۵ سومین شکل بهینه‌سازی عمق آب مصرفی
- ۷۵ ۱-۶ کلیات
- ۷۹ ۲-۶ بهینه‌سازی آب مصرفی چغندر قند (کرج)
- ۸۴ ۳-۶ بهینه‌سازی آب مصرفی چغندر قند (اصفهان)

فصل ۷

- ۸۷ شاخص‌های بهره‌وری آب در کم‌آبایی
- ۸۷ ۱-۷ مقدمه
- ۹۲ ۲-۷ شاخص‌های بهره‌وری آب (WP)
- ۹۸ ۳-۷ نتیجه‌گیری

فصل ۸

- ۹۹ ارزیابی اقتصادی کم‌آبایی و نیتروژن
- ۹۹ ۱-۸ تخمین تابع تولید گندم
- ۱۰۳ ۲-۸ تخمین ضرایب تابع تولید
- ۱۰۵ ۳-۸ تابع درآمد خالص
- ۱۱۰ ۴-۸ نتیجه‌گیری

فصل ۹

- ۱۱۱ بهینه‌سازی کم‌آبایی و نیتروژن کاربردی
- ۱۱۱ ۱-۹ مقدمه
- ۱۱۲ ۲-۹ اصول نظری و کاربرد آن
- ۱۱۵ ۳-۹ داده‌های تحلیل

عنوان

صفحه

۱۱۷	۴-۹ تجزیه و تحلیل نتایج
۱۱۸	۱-۴-۹ تابع تولید محصول
۱۱۹	۲-۴-۹ تابع هزینه تولید
۱۲۰	۳-۴-۹ مقادیر بهینه آب و نیتروژن
۱۲۰	۴-۴-۹ شرایط محدودیت زمین
۱۲۱	۵-۴-۹ شرایط محدودیت آب
۱۲۴	۵-۹ تحلیل اقتصادی
۱۲۶	۶-۹ نتیجه گیری

فصل ۱۰

۱۲۹	کم آبیاری با وجود بارندگی در فصل رشد
۱۲۹	۱-۱۰ مقدمه
۱۳۰	۲-۱۰ اصول نظری و کاربرد آن
۱۳۱	۳-۱۰ مطالعه پنبه
۱۳۲	۴-۱۰ مطالعه گندم
۱۳۴	۵-۱۰ نتایج تحلیل
۱۳۴	۱-۵-۱۰ تابع تولید محصول پنبه
۱۳۶	۲-۵-۱۰ تابع هزینه تولید پنبه
۱۳۷	۳-۵-۱۰ تحلیل کم آبیاری پنبه
۱۴۱	۴-۵-۱۰ تابع تولید محصول گندم
۱۴۴	۵-۵-۱۰ تابع هزینه تولید گندم
۱۴۵	۶-۱۰ تحلیل کم آبیاری گندم
۱۴۷	۷-۱۰ نتیجه گیری

فصل ۱۱

۱۴۹	بهبهنة سازی کم آبیاری و نیتروژن کاربردی همراه با بارش فصل
۱۴۹	۱-۱۱ مقدمه
۱۵۰	۲-۱۱ اصول نظری و کاربرد آن
۱۵۶	۳-۱۱ داده‌های تحلیل
۱۵۸	۴-۱۱ تجزیه و تحلیل نتایج
۱۵۸	۱-۴-۱۱ تابع تولید محصول
۱۵۹	۲-۴-۱۱ تابع هزینه تولید
۱۶۱	۵-۱۱ تحلیل اقتصادی
۱۶۱	۱-۵-۱۱ شرایط محدودیت زمین
۱۶۲	۲-۵-۱۱ شرایط محدودیت آب
۱۶۸	۳-۵-۱۱ برنامه‌ریزی کم آبیاری گندم همراه با بارش فصل رشد
۱۷۱	۶-۱۱ نتیجه‌گیری

فصل ۱۲

۱۷۳	بهبهنة سازی اقتصادی آب آبیاری و کود نیتروژن با روش ایزوکوانت در مقادیر مختلف بارندگی
۱۷۳	۱-۱۲ مقدمه
۱۷۶	۲-۱۲ اصول نظری و کاربرد آن
۱۷۷	۳-۱۲ اطلاعات پژوهش
۱۸۰	۴-۱۲ نتایج و بحث
۱۹۰	۵-۱۲ نتیجه‌گیری

عنوان

صفحه

فصل ۱۳

۱۹۳	برنامه ریزی کم آبیاری با تکیه بر سوابق تحقیقاتی
۱۹۳	۱-۱۳ مقدمه
۱۹۴	۲-۱۳ جهت گیری های کم آبیاری
۱۹۸	۳-۱۳ سوابق تحقیقاتی
۲۱۰	۴-۱۳ جمع بندی نتایج
۲۱۱	۱-۴-۱۳ اثرات و نتایج کم آبیاری
۲۱۲	۲-۴-۱۳ انتخاب گیاه
۲۱۳	۳-۴-۱۳ انتخاب خاک
۲۱۴	۴-۴-۱۳ عملیات زراعی
۲۱۴	۵-۴-۱۳ برنامه ریزی آبیاری
۲۱۷	۶-۴-۱۳ حد بهینه کم آبیاری
۲۱۸	۷-۴-۱۳ توجه جدی

فصل ۱۴

۲۱۹	مسائل تحقیقاتی کم آبیاری
۲۱۹	۱-۱۴ مقدمه
۲۲۰	۲-۱۴ اجزا و ابعاد ساختار پژوهشی
۲۲۲	۳-۱۴ تئوری صفر پژوهش
۲۲۳	۴-۱۴ اهمیت پژوهش های آب
۲۲۵	۵-۱۴ اهداف
۲۲۶	۶-۱۴ اهمیت و ضرورت اجرای پروژه های کم آبیاری
۲۲۷	۷-۱۴ سابقه تحقیق
۲۲۷	۸-۱۴ اجزا و ابعاد مسئله

۲۳۰	۹-۱۴ برنامه‌های پژوهشی مدیریت کم‌آبیاری
۲۳۰	۱-۹-۱۴ شرایط شبکه (مدرن)
۲۳۱	۲-۹-۱۴ شرایط حقابه (سنتی)
۲۳۲	۱۰-۱۴ مقادیر مختلف نیتروژن
۲۳۲	۱۱-۱۴ محصولات تحت مدیریت کم‌آبیاری
۲۳۳	۱۲-۱۴ تحلیل آماری
۲۳۳	۱۳-۱۴ تحلیل اجتماعی و اقتصادی
۲۳۳	۱۴-۱۴ برگزاری دوره‌های آموزشی
۲۳۳	۱۵-۱۴ سیستم آبیاری پیشنهادی
۲۳۴	۱۶-۱۴ بررسی مراحل بحرانی و حساس رشد
۲۳۵	۱-۱۶-۱۴ در نظر گرفتن مراحل بحرانی و حساس رشد در مدیریت کم‌آبیاری
۲۳۵	۲-۱۶-۱۴ اعمال کم‌آبیاری به شیوه کاهش میزان مصرف آب از ابتدا تا انتهای فصل رشد
۲۴۲	۱۷-۱۴ بحث و نتیجه‌گیری

فصل ۱۵

۲۴۵	کم‌آبیاری و هیدرومدول آبیاری
۲۴۵	۱-۱۵ کم‌آبیاری و مدیریت تأمین و استحصال آب
۲۴۶	۱-۱-۱۵ منظر کنترل از پایین
۲۴۸	۲-۱-۱۵ منظر کنترل از بالا
۲۴۸	۲-۱۵ هیدرومدول آبیاری
۲۵۰	۳-۱۵ کم‌آبیاری و هیدرومدول آبیاری
۲۵۸	۴-۱۵ نتیجه‌گیری

عنوان

صفحه

فصل ۱۶

بحث کلی کم آبیاری

۲۶۱

منابع مورد استفاده

۲۶۷

www.ketab.ir