



کار آبی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

گروه کار

استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی

مؤلفین:

نادر حیدری^۱

مسعود علایی

ژاله وزیری

محمدرضا انتصاری

جمشید خیرابی

علی اصغر فرشی

با همکاری:

محمدحسین سادات میرنی

مجید میرلطیفی^۲

حسین دهقانی‌سانج^۱

پروانه کاظمی

ویرایش:

علی اکبر عزیزی زهان^۳

۱- اعضای هیئت علمی (استادیار) بخش تحقیقات آبیاری، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

۳- کارشناس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

عنوان و نام پدیدآور: کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای/ مؤلفین نادر حیدری... [و دیگران]؛ ویراستار علی اکبر عزیزی زهان.

مشخصات نشر: تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۶.

مشخصات ظاهری: ۱۸۰ ص: مصور، جدول.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۶۸-۷۴-۲

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا.

یادداشت: عنوان اصلی: Nader Heydari... water use efficiency in greenhouse production.

یادداشت: مؤلفین: نادر حیدری - جمشید خیرابی - مسعود علایی - علی اصغر فرش - پروانه کاظمی - ژاله وزیری - محمدرضا انتصاری - حسین دهقانی سانج - محمدحسین سادات میری - مجید میرلطیفی.

موضوع: باغبانی گلخانه‌ای.

موضوع: گلخانه‌داری.

موضوع: گیاهان گلخانه‌ای.

موضوع: آبکشت.

شناسه افزوده: حیدری، نادر.

شناسه افزوده: ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۶ / ک ۲ / SB۴۱۵

رده‌بندی دیویی: ۶۳۵/۹۸۲۳

شماره کتابشناسی ملی: ۱۱۵۶۰۸۲

نام کتاب: کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای

مؤلفین: محمدرضا انتصاری، نادر حیدری، جمشید خیرابی، مسعود علایی، علی اصغر فرش،

ژاله وزیری و با همکاری: حسین دهقانی سانج، محمدحسین سادات میری، پروانه کاظمی،

مجید میرلطیفی

ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

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

چاپ اول: ۱۳۸۶

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۶۸-۷۴-۲

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی، خیابان شهید کارگزار، خیابان شهید شهرساز، پلاک ۲۴،

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۷۲۲۸۵

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

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول - کلیات

- ۱-۱- ضرورت توسعه کشت‌های گلخانه‌ای ۱
- ۲-۱- ساختار گلخانه ۴
- ۱-۲-۱- سایه‌بان‌ها ۵
- ۲-۲-۱- تونل‌های کوتاه ۵
- ۳-۲-۱- تونل‌های بلند (قابل تردد) ۶
- ۳-۱- قسمت‌های اصلی گلخانه ۶
- ۴-۱- انواع گلخانه‌ها ۷
- ۱-۴-۱- گلخانه‌ها از نظر شکل و شمایل ۷
- ۲-۴-۱- گلخانه‌ها از نظر درجه حرارت و رطوبت ۸
- ۳-۴-۱- گلخانه‌ها از نظر بستر کشت ۸
- ۵-۱- تجهیزات گلخانه‌ای ۸

فصل دوم - نیاز آبی محصولات گلخانه

- ۱-۲- ضرورت برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای ۱۱
- ۲-۲- تبخیر - تعرق و برآورد آن در شرایط مزرعه ۱۲
- ۳-۲- تأثیر عوامل هواشناسی بر تبخیر - تعرق ۱۳
- ۴-۲- شرایط گلخانه‌ای و عوامل مؤثر بر تبخیر - تعرق گیاهان ۱۴
- ۱-۴-۲- نور ۱۵
- ۲-۴-۲- دما ۱۶
- ۳-۴-۲- رطوبت نسبی هوا ۱۶
- ۴-۴-۲- تهویه ۱۶
- ۵-۲- روش‌های تعیین تبخیر - تعرق گیاهان گلخانه‌ای ۱۷

۱۷	۱-۵-۲- استفاده از مدل‌ها جهت برآورد تبخیر - تعرق گیاهان گلخانه‌ای
۱۹	۱-۵-۲-۱- مدل‌های کاربردی
۲۴	۱-۵-۲-۲- مدل‌هایی که در مرحله تحقیق قرار دارند
۲۵	۱-۵-۲-۲- روش‌های متفرقه
۲۶	۱-۵-۲-۳- آب مورد نیاز گیاهان در گلخانه‌های هیدروپونیک
	فصل سوم - آبیاری در گلخانه
۴۱	۱-۳- روش‌های آبیاری در گلخانه
۴۱	۱-۳-۱- روش‌های آبیاری بارانی
۴۱	۱-۳-۱-۲- مه‌پاش‌ها (روش آبیاری پودری)
۴۲	۱-۳-۱-۳- آبپاش آویزان
۴۳	۱-۳-۲- روش‌های آبیاری قطره‌ای (موضعی)
۴۴	۱-۳-۲-۱- قطره‌چکان با چند خروجی
۴۴	۱-۳-۲-۲- لوله‌های تیپ (نوارهای آبیاری)
۴۵	۱-۳-۲- روش‌های آبیاری سطحی
۴۵	۱-۳-۴- روش آبیاری تلفیقی
۴۶	۲-۳- وسایل و تجهیزات آبیاری در گلخانه
۴۶	۲-۳-۱- لوله‌های آبیاری
۴۷	۲-۳-۲- گسیلنده‌ها
۵۰	۲-۳-۳- فواصل مناسب قطره‌چکان
۵۱	۲-۴- سیستم پالایش و فیلتراسیون در گلخانه
۵۲	۲-۵- تانک تزریق کود
۵۲	۲-۶- شیرآلات و اتصالات
۵۲	۲-۷- پمپ

عنوان

صفحه

- ۵۳ ۳-۳- تجهیزات و تمهیدات مدرن در گلخانه‌ها
- ۵۴ ۳-۴- تجهیزات مورد نیاز جهت تعیین زمان آبیاری
- ۵۵ ۳-۵- کیفیت آب برای آبیاری گلخانه
- ۵۶ ۳-۶- نکاتی چند در مورد آبیاری گلخانه

فصل چهارم - کارآیی مصرف آب در کشت‌های گلخانه‌ای

- ۵۹ ۴-۱- مقدمه
- ۶۰ ۴-۲- مفهوم کارآیی مصرف آب
- ۶۳ ۴-۳- کارآیی مصرف آب، وضعیت موجود
- ۶۷ ۴-۴- عملکرد محصول در محیط‌های کشت تحت کنترل
- ۷۰ ۴-۵- عوامل موثر بر کارایی مصرف آب در شرایط محیط‌های کشت تحت کنترل
- ۷۰ ۴-۵-۱- عوامل اقلیمی
- ۷۴ ۴-۵-۲- برنامه‌ریزی به هنگام آبیاری
- ۸۱ ۴-۵-۳- استفاده از سامانه‌های مدرن آبیاری
- ۸۴ ۴-۵-۴- امکان کشت بدون استفاده از خاک
- ۸۶ ۴-۵-۵- کاربرد آب‌های با کیفیت نامطلوب
- ۸۷ ۴-۵-۶- سایر موارد

فصل پنجم - کود آبیاری محصولات گلخانه‌ای و محیط‌های کشت تحت کنترل

- ۸۹ ۵-۱- مقدمه
- ۹۰ ۵-۲- مدیریت تغذیه محصولات گلخانه‌ای در روش کود آبیاری
- ۹۱ ۵-۲-۱- نیاز غذایی محصولات گلخانه‌ای
- ۹۱ ۵-۲-۲- کودهای مناسب جهت کود آبیاری
- ۹۳ ۵-۳- برنامه کوددهی محصولات گلخانه‌ای

۹۸	۴-۵- روش‌های تولید محصولات گلخانه‌ای
۱۰۰	۵-۵- کود آبیاری در تولید سبزیجات گلخانه‌ای
۱۰۱	۵-۵-۱- کود آبیاری گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای
۱۰۸	۵-۵-۲- کود آبیاری خیار گلخانه‌ای
۱۱۴	۵-۵-۳- کود آبیاری فلفل گلخانه‌ای
۱۱۶	۵-۶- کیفیت آب آبیاری
۱۱۹	۵-۷- اثرات متقابل آب آبیاری و کودهای شیمیایی
۱۱۹	۵-۸- بستر رشد گیاه
۱۲۰	۵-۹- برهم کنش یون‌ها در فرآیند جذب توسط گیاهان
۱۲۱	۵-۱۰- گرفتگی اجزای سامانه‌های آبیاری
۱۲۱	۵-۱۱- کود آبیاری در شرایط شور
۱۲۲	۵-۱۲- کنترل مدیریت روش کود آبیاری در محصولات گلخانه‌ای
۱۲۳	۵-۱۲-۱- پایش نهاده‌های تولید
۱۲۴	۵-۱۲-۲- بررسی کیفیت شیمیایی زه‌آب خروجی
۱۲۴	۵-۱۳- کاربرد زهاب خروجی در کود آبیاری محصولات گلخانه‌ای
۱۲۵	۵-۱۴- اختلاط محلول‌های غذایی
۱۲۶	۵-۱۵- روش‌های اختلاط کودها
۱۲۷	۵-۱۵-۱- روش تانک ذخیره
۱۲۷	۵-۱۵-۲- روش تزریق
۱۳۲	۵-۱۶- نکات مهم در اختلاط کودها
۱۳۳	۵-۱۷- محاسبات مورد نیاز در کود آبیاری
۱۳۷	فهرست منابع

پیوست ۱- وضع موجود بهره‌برداری از برخی گلخانه‌های تولید سبزی و صیفی در ایران

- ۱- وضعیت بهره‌برداران ۱۵۱
- ۲- سطح تولید ۱۵۱
- ۳- بستر کشت ۱۵۲
- ۴- آب آبیاری ۱۵۲
- ۵- مصرف کود و کود آبیاری ۱۵۴
- ۶- نوع محصول و تولید آن ۱۵۴

پیوست ۲- نقش عناصر غذایی و اثر کمبود آنها در گیاهان

- ۱- نقش عناصر غذایی در رشد و نمو گیاهان ۱۶۵
- ۱-۱- کربن، هیدروژن و اکسیژن ۱۶۵
- ۲-۱- نیتروژن (N) ۱۶۵
- ۳-۱- فسفر (P) ۱۶۶
- ۴-۱- پتاسیم (K) ۱۶۶
- ۵-۱- گوگرد (S) ۱۶۶
- ۶-۱- کلسیم (Ca) ۱۶۷
- ۷-۱- منیزیم (Mg) ۱۶۷
- ۸-۱- آهن (Fe) ۱۶۷
- ۹-۱- بور (B) ۱۶۷
- ۱۰-۱- منگنز (Mn) ۱۶۷
- ۱۱-۱- مس (Cu) ۱۶۸
- ۱۲-۱- روی (Zn) ۱۶۸

۱۶۸	۱-۱۲- مولیبدن (Mo)
۱۶۸	۱-۱۴- کلرید (Cl)
۱۶۸	۲- اثرات کمبود عناصر غذایی در گیاهان
۱۶۹	۲-۱- نیتروژن
۱۷۰	۲-۲- فسفر
۱۷۱	۲-۳- پتاسیم
۱۷۱	۲-۴- گوگرد
۱۷۲	۲-۵- کلسیم
۱۷۳	۲-۶- منیزیم
۱۷۳	۲-۷- آهن
۱۷۴	۲-۸- بور
۱۷۴	۲-۹- منگنز
۱۷۵	۲-۱۰- مس
۱۷۵	۲-۱۱- روی
۱۷۵	۲-۱۲- مولیبدن
۱۷۶	۲-۱۳- کلرید
۱۷۷	۳- پیوست روش محاسبه کودهای مورد نیاز کود آبیاری

سر آغاز

شرایط اقلیمی کشور ایران به گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن به شدت به آب برای تولید محصولات کشاورزی وابسته است. این وابستگی به حدیست 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 محققان، مدیران و مراکز علمی و پژوهشی کشورمان در بخش آبیاری و زهکشی نیز متفاوت‌تر 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 و آموزشی که در خانواده 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 دهه اخیر نقش مؤثری در اشاعه علوم و فنون آبیاری و زهکشی در ایران داشته است. اثربخشی علمی و فرهنگی بیش از ۱۲۰ کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی در ادبیات کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور به خوبی آشکار می‌باشد.

خودباوری کارشناسان ایرانی نه تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته است بلکه از نگاه بیرونی و در سطح بین‌المللی نیز به توفیقات زیادی دست یافته است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند توفیق کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در این زمینه قابل ارزیابی است.

در اینجا جا دارد از کلیه همکارانم در شورایی عالی که نقش سیاست‌گذاری کلان را عهده‌دار می‌باشند و هیئت اجرایی که وظیفه نظارت و هدایت بدنه علمی کمیته ملی را بدوش دارند و کادر علمی و فنی متخصص در گروه‌های کار و در نهایت کارکنان دبیرخانه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران قدردانی و سپاسگزاری نمایم. از خداوند منان پیشرفت و توسعه کشور عزیزمان ایران را در کلیه امور، به ویژه اعتلای صنعت آب و کشاورزی مسئلت داریم.

رسول زرگر

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا

و رئیس شورایی عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار

کشور ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. متوسط بارندگی کشورمان حدود ۲۵۰ میلیمتر بوده که برابر یک سوم متوسط جهانی است. شرایط خاص اقلیمی کشور که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت گریزنناپذیر آن است، هر گونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود کشور نموده است.

کارآیی مصرف آب به مقدار محصولی گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب بدست می‌آید. ولی بهره‌وری آب حتی از این مفهوم نیز فراتر رفته و علاوه بر مقدار تولید، مقدار درآمد حاصل از هر واحد آب را نیز مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

با توجه به شرایط خاص اقلیمی کشور ایران و پائین بودن امکان افزایش منابع جدید آب مورد استفاده در بخش کشاورزی و ضرورت افزایش تولیدات کشاورزی از منابع آب محدود، استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب جهت افزایش کارآیی مصرف آب کشاورزی از ضروریات بخش کشاورزی است.

از حدود ۳۷ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی به دلیل محدودیت منابع آب، ۸/۱ میلیون هکتار به صورت فاریاب کشت می‌شود و از طرف دیگر از ۹۲ میلیارد متر مکعب آب استحصال شده از منابع سطحی و زیرزمینی حدود ۸۴ میلیارد متر مکعب (۹۳ درصد) آن به بخش کشاورزی اختصاص می‌یابد.

میزان کنونی تولیدات کشاورزی فاریاب در سطح کشور بالغ بر ۶۷ میلیون تن می‌باشد و با عنایت به این که از کل منابع آب قابل استفاده کشور حدود ۸۴ میلیارد متر مکعب در بخش کشاورزی مصرف می‌گردد، بنابراین با صرف نظر از ترکیب محصولات زراعی و تفاوت اقلیم در مناطق مختلف کشور، متوسط کارآیی مصرف آب اراضی فاریاب کشور در حال حاضر حدود ۰/۸ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی برآورد می‌گردد. به عبارت دیگر در کشور برای تولید هر یک کیلوگرم

محصول حدود $1/25$ متر مکعب آب مصرف می‌شود و این در حالی است که برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشور باید تا سال ۱۴۰۰ مقدار کارآیی مصرف آب به $1/6$ کیلوگرم بر متر مکعب یعنی به بیش از دو برابر مقدار فعلی افزایش یابد.

اگر با این دیدگاه یعنی نقش مصرف هر واحد آب در تولید ملی نگاه شود کارآیی مصرف آب و بهره‌وری از آن در ایران امکان افزایش به مراتب بیشتری از شرایط فعلی دارد. رقابت شدید میان بخش‌های صنعت، شهری و کشاورزی و شرایط خشکی در کشور از نظر مصرف آب ایجاب می‌کند که از هر واحد آب مصرفی تولید بیشتری بدست آید.

راهکارهای زیادی توسط محققین برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی توصیه شده است. کتاب حاضر با عنوان «کارآیی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای» یکی از مراجع خوب و قابل اعتمادی است که توسط گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی این کمیته ملی تألیف شده است. بی‌شک امکان افزایش کارآیی مصرف آب در محیط‌های کنترل شده نظیر گلخانه‌ها به مراتب بیشتر از شرایط طبیعی می‌باشد.

با توجه به اینکه کشت در محیط‌های کنترل شده در سال‌های اخیر مورد توجه خوبی قرار گرفته، کتاب حاضر می‌تواند پاسخگوی بخش زیادی از سئوالات کارشناسان باشد. ولی با این حال معتقد هستیم که می‌توان با کسب تجربه بیشتر، کتاب‌ها و مقالات جدیدتری را برای مدیریت مصرف آب در محیط‌های کنترل شده تولید کرد.

برای تألیف کتاب حاضر، اعضای گروه کار مربوطه تلاش زیادی را صرف کردند که جا دارد از تک تک این عزیزان قدردانی بعمل آید. از این فرصت استفاده می‌کنم و از آقایان دکتر خیرابی، دکتر فرشی، دکتر حیدری، مهندس علایی، مهندس عزیزی‌زهان، مهندس انتصاری، مهندس سادات میرئی، دکتر دهقانی سانچ، دکتر میرلطیفی و خانم‌ها مهندس وزیری و کاظمی تشکر می‌نمایم.

همچنین از سروران عزیزم آقایان دکتر محمد بای‌پوردی و مهندس عباس کشاورز که داوری و بازبینی کتاب را بر عهده گرفتند و با توصیه‌های خود در بهبود کتاب اثرگذار بودند سپاسگزاری می‌گردد.

در پایان از سرکار خانم ناهید آقاییک که با صبر و حوصله به تایپ، اصلاح و صفحه‌آرایی این اثر اقدام کردند قدردانی می‌نمایم و برای کلیه همکارانم در کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران آرزوی موفقیت و پیروزی در اعتلای اهداف عالیه این کمیته از خداوند متعال مسئلت می‌نمایم.

سیداسدالله اسدالهی

دبیرکل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران