

# زراعت کم آب در ایران: راهبردها و کاربردها

تهیه و تدوین:

دکتر علیرضا کوچکی  
دکتر محمد خواجه حسینی

سرشناسه	کوچکی، علیرضا -
عنوان و نام پدیدآور	زراعت کم‌آب در ایران: راهبردها و کاربردها / تهیه و تدوین: علیرضا کوچکی، محمد خواجه‌حسینی.
ناشر	انتشارات جهاددانشگاهی مشهد، ۱۳۹۵.
مشخصات نشر	۱۶ + ۶۰۰ ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات جهاددانشگاهی مشهد؛ ۵۴۱: کشاورزی؛ ۲۲۶.
مشخصات ظاهری	
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۷۰-۸
موضوع	کشاورزی مناطق خشک.
موضوع	دیمکاری.
موضوع	کشاورزی -- بهره‌وری.
شناسه افزوده	خواجه‌حسینی، محمد، نویسنده همکار.
رده‌بندی کنگره	SB۱۱۰/۴۲۵۹۳۰۱۳۹۵
رده‌بندی دیوئی	۶۳۱/۵۸۶



انتشارات جهاددانشگاهی مشهد

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، سازمان مرکزی جهاددانشگاهی  
 ص.پ. ۹۱۷۷۵-۱۳۷۶ تلفن: ۳۸۸۳۲۳۶۷ دفترپخش: ۳۸۸۴۲۲۳۰  
[www.jdmppress.com](http://www.jdmppress.com) [info@jdmppress.com](mailto:info@jdmppress.com)

**زراعت کم‌آب در ایران:**

**راهبردها و کاربردها**

تهیه و تدوین: دکتر علیرضا کوچکی، دکتر محمد خواجه‌حسینی

واژه‌پرداز هاشمی نجفی / چاپ و صحافی دانشگاه فردوسی

چاپ اول زمستان ۱۳۹۵ / ۱۱۰۰ نسخه / شماره‌ی نشر ۵۴۱

ISBN: 978-964-324-370-8

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۷۰-۸

کلیه‌ی حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۳۵۰.۰۰۰ ریال

## به نام خداوند جان و خرد

کتاب بزرگترین دستاورد فرهنگی بشر است. دانش بشری مدیون هزاران هزار کتابی است که در طول تاریخ با رنج و تلاش فراوان گرد آمده‌اند. کتاب تداوم معرفت علمی انسان است که سرانجام به تراکم دانش و بروز دگرگونی‌های تمدنی می‌انجامد. جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی-اجتماعی و توسعه کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر پانصد و چهل و یکمین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقای سطح کیفی و کمی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

## نویسندگان

- دکتر عبدالرضا باقری (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر محمد بنایان (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر سیدحسین ثنائی نژاد (دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- مریم جانعلی زاده (دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر حمیدرضا خزاعی (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر محمد خواجه حسینی (دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر کامران داوری (دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر محمدحسن راشد محصل (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر جواد رضایی (استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی)
- دکتر پرویز رضوانی مقدم (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- بیژن سعادتیان (دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر حمید شاهنده (استاد دانشگاه ایالتی تگزاس آمریکا)
- دکتر امین علیزاده (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر محمد کافی (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر علیرضا کوچکی (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر عبدالمجید مهدوی دامغانی (دانشیار پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهیدبهبشتی)
- دکتر جعفر نباتی (استادیار پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر مهدی نصیری محلاتی (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر احمد نظامی (استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر جواد وفابخش (استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی)
- دکتر محرم ولی زاده (استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان)

# فهرست

- پیشگفتار ..... ۹
۱. اقلیم خشک ایران / دکتر سیدحسین ثنائی نژاد ..... ۱۳
۲. منابع آب کشور / دکتر کامران داوری ..... ۴۳
۳. آب، آبیاری و کشاورزی در ایران: چالش‌ها و راهکارها / دکتر علیرضا کوچکی، دکتر عبدالمجید مهدوی دامغانی ..... ۶۳
۴. سبزآب: جستاری پیرامون دیم و دیمکاری در ایران / دکتر علیرضا کوچکی ..... ۹۱
۵. استفاده از دانش بومی ایرانیان در بهره‌برداری بهینه از آب در مناطق خشک / دکتر امین علیزاده ..... ۱۲۵
۶. استفاده از آب‌های غیرمتعارف در کشاورزی: آب‌های شور و فاضلاب / دکتر محمد کافی، دکتر جعفرنباتی ..... ۱۴۹
۷. تغییر اقلیم و پی‌آمدهای آن بر بوم‌نظام‌های زراعی مناطق خشک / دکتر مهدی نصیری محلاتی ..... ۱۸۵
۸. مدلسازی تولید در شرایط کم‌آبی / دکتر محمد بنایان ..... ۲۲۳
۹. استفاده از گیاهان خشک‌زیست در زراعت کم‌آب / دکتر محمدحسن راشد محصل ..... ۲۴۹
۱۰. جنبه‌های فیزیولوژیکی کم‌آبیاری در گیاهان زراعی / دکتر حمیدرضا خزاعی، بیژن سعادتیان ..... ۲۹۷
۱۱. مبانی برنامه‌ریزی الگوی کشت کم‌آبی در ایران / دکتر جواد وفا بخش ..... ۳۳۷
۱۲. کشت پائیزه؛ رهیافتی برای مقابله با کم‌آبی / دکتر احمد نظامی، مریم جانعلی‌زاده، دکتر جواد رضایی ..... ۳۷۵
۱۳. کشت نشایی؛ رهیافتی جهت صرفه‌جویی مصرف آب در کشاورزی / دکتر محمد خواجه‌حسینی ..... ۴۰۷
۱۴. زراعت کم‌آب در گیاهان دارویی / دکتر پرویز رضوانی مقدم ..... ۴۵۳
۱۵. به‌نژادی گیاهان برای تحمل کم‌آبی / دکتر عبدالرضا باقری، دکتر محرم ولی‌زاده ..... ۴۸۳
۱۶. استفاده از کودهای شیمیایی در زراعت کم‌آب / دکتر حمید شاهنده ..... ۵۰۹
- واژه‌نامه ..... ۵۴۱
- منابع ..... ۵۴۷
- نمایه ..... ۵۹۳
- پیوست رنگی ..... ۵۹۹

## پیشگفتار

کمبود آب در کشور ما در طی تاریخ همیشه وجود داشته و آثار کم آبی در سیمای اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی این سرزمین مشهود بوده است. مزیقه آب در کلیه آثار به جامانده از پیشینیان ما از جمله در معماری کهن، صنایع دستی و نقاشی به شکلی گویا نمایان است و در آثار مکتوب به ویژه در اشعار، شکوه از کم آبی و نیاز به پاسداشت حرمت آب فراوان به چشم می خورد. پدیده خشکی از ویژگی های جغرافیایی این سرزمین است و خشکی و خشکسالی از واژگان رایج تاریخ مکتوب کشور ما می باشد و طی اعصار مختلف در راستای سازگاری به این پدیده طبیعی فعالیت های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع بومی آن به صورتی متعادل بر مبنای کم آبی شکل گرفته است. این موضوع به خصوص در مناطق مرکزی و شرقی ایران بیشتر نمود داشته است و به علت ارزش بسیار بالای آب، نظام های زراعی در این مناطق عموماً بر مبنای مقدار آب موجود و نه لزوماً زمین قابل دسترس ارزشگذاری می شده است. در حقیقت در این مناطق معیاری که امروزه در سنجش عملکرد به کار برده می شود که همانا بر مبنای مقدار تولید در واحد سطح است، مورد توجه نبوده و در نتیجه معیار سنجش عملکرد بر اساس تولید در واحد مقدار آب سنجیده می شده است.

نظام های آبیاری سنتی در یزد، کرمان، کاشان و مناطق جنوبی خراسان که عمدتاً متکی به آب قنات بوده از نظر ساختاری و اجرایی بسیار پیچیده بوده و واحدهای تقسیم آب با کاسه و فنجان که حداقل ممکن از آب در دسترس را به ذهن متبادر می سازد بوده است. بدین سان در حقیقت "قطره" معیار سنجش آب در این مناطق بوده است. قنات در این مناطق به عنوان مظهری از یک نهاد اجتماعی-اقتصادی دارای سازمانی بسیار قوی و شاخصی از کنش جمعی بوده و به صورت مشترک اداره می شده است و آب را به شکلی منصفانه بین همه ذینفعان توزیع می کرده است. در این رهگذر ارزش و اهمیت آب به حدی بوده است که در واقع تنها شرط بقاء این جوامع مشارکت در حفظ این ساختار بوده است. در سازمان اجتماعی قنات، رقابت و مصرف گرایی به شکل رایج امروزی وجود نداشته و کشمکش و تعارضی هم در رابطه با توزیع آب به وجود نمی آمده است. متأسفانه پس از فروپاشی این سازمان قوی اجتماعی و ورود فناوری های "چاه و موتور" نگاه خودخواهانه و منفعت طلبانه جایگزین منفعت عامه و دیدگاه جامع شد و بدین سان با ورود فناوری های نوین راه های ورود آب به آبخوان های قنات را با سازه های مختلف سد کردند و در واقع، رویکرد سازه های را جایگزین رویکردهای محلی مبتنی بر دانش و فناوری های بومی و

ساختارها و سازمان‌های اجتماعی مشارکتی کردند. بدون تردید این قبیل ساختارها متناسب با شرایط و زمان خاص خود بوده و ممکن است عملاً در شرایط فعلی چندان کارساز نباشد ولی با توجه به ساختار چنین سازمان‌های مردم‌نهادی که در مدیریت منابع مشترک و کمیاب محلی چون آب بسیار مؤثر بوده‌اند نقش آنها هنوز هم قابل تأمل است.

در واقع آنچه در این برهه از زمان مایه حسرت و دریغ می‌نماید شاید کم‌آبی و خشکی و خشکسالی نباشد بلکه تبدیل "خشکی قابل سازگار" به نوعی "خشکی غیرقابل تحمل" و یا به کلامی دیگر خشکی طبیعی به نوعی خشکی مصنوعی و دست‌ساز انسان است که لگام را از عناصر زیستی گرفته و به عنان عوامل اقلیمی سپرده است. در این رهگذر باید اذعان نمود که کلیه فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی که در قالب توسعه نمود پیدا کرده است به شکلی نامتوازن و خارج از توان اکولوژیک سرزمین و با محوریت فشار مضاعف به عنصر حیاتی آب بوده و گویا عقیده بر این بوده است که "آب هم از آب تکان نخواهد خورد!". امروزه ما حبابه زیست‌محیطی را که در حقیقت سهم طبیعی محیط زیست برای تداوم کارکرد و حیات آن می‌باشد و در مواردی تا ۷۰ درصد آب موجود در یک سرزمین را در بر می‌گیرد از آن سلب کرده‌ایم و رهیافت‌های تقاضامحور را جایگزین روش‌های نیازمحور نموده‌ایم.

به همین دلیل امروزه نسل ما با پریشانی بزرگ روبرو است، پرسش اساسی که جامعه جهانی از ما فرزندان خلف کاریزداران یزد و کرمان و کاشان و سمنان می‌کند که همانا پاسخ قابل قبولی برای آن هم نیست، این است که چرا نوادگان بنیانگذاران تمدن باستانی میان‌رودان در سوگ و رشکستگی آب سرزمین خود مویه‌کنان بخت و قضا و قدر و زمین و زمان را مقصر می‌دانند و غافل از این واقعیت هستند که خود مقصر اصلی بوده و هم‌اکنون "باید در کار دست و پا و دل و جان". چگونه نباید به خود آئیم که ما در ستیز با طبیعت کارکردهای حیاتی بوم‌شناختی را دچار نقصان کرده‌ایم و با یکنواخت‌سازی مکانی و زمانی محیط کلیه بازخوردهای سازگاران را حذف و آب را که زائیده تنوع کارکردی مکانی و زمانی طبیعت است به "زرد-آب" تبدیل کرده‌ایم.

آری کمبود آب واقعیتی است انکارناپذیر و همچنین اجتناب‌ناپذیر ولی بی‌آبی حقیقتی است کاملاً اجتناب‌پذیر که البته اجتناب از آن جز در سایه تدبیر و دوراندیشی و با اتکاء به مبانی علمی و بهره‌گیری از خرد جمعی و عزم ملی در جهت مدیریت یکپارچه آب میسر نخواهد شد. راهبردها و راهکارها برای حصول چنین هدفی می‌تواند با بسترسازی فرهنگی، جامعه‌شناسی و گفتگوی ملی آغاز شده و متعاقب آن رهیافت‌های فنی به اجرا گذاشته شود. در دنیای کنونی تأمین امنیت بدون دسترسی به آب کافی میسر نیست و امنیت آب حیاتی‌تر از امنیت غذایی است. امروزه مناسبات جدید بین‌المللی با محوریت آب در حال شکل‌گیری است و این مایه حیاتی می‌رود که به‌عنوان ابزاری برای پیشبرد مقاصد سیاسی کشورهای سیراب در آورده شود و بدون تردید در آینده آب به‌عنوان کالایی اساسی در فرمول‌ها و معادلات اقتصادی و محاسبات مربوط به تولید ناخالص ملی و بالاخره در شاخص‌های توسعه‌یافتگی کشورها در خواهد آمد

و در نتیجه آنانی که سیراب‌ترند توسعه‌یافته‌تر نیز تلقی خواهند شد و در نتیجه بازار جهانی آب و کشورهای صادرکننده آن شکل خواهد گرفت که به نوبه خود مناسبات سیاسی پیچیده‌ای را در سطح جهان رقم خواهد زد. گرچه آب را کالایی زیستی و نفت را کالایی اقتصادی تلقی می‌کنند ولی اگر روند کم‌آبی به صورت فعلی ادامه یابد این محاسبات در آینده دگرگون خواهد شد. تاریخ گواه آن است که این واقعیت همیشه در عرصه جهان به اشکال مختلف وجود داشته است و نمونه بارز آن را می‌توان در تمدن میان‌رودان مشاهده کرد که قدرت سیاسی همیشه در گرو تأمین آب کافی برای ساکنان این ناحیه بوده است.

امروزه رویکردهای نوین مهندسی به آب اجتناب‌ناپذیر است ولی نگاه صرفاً مهندسی و سازه‌ای و روش‌های هیدرولیکی با سازه‌ها در قالبی متکی به راهکارهای حاکمیتی مبتنی بر دستور از بالا به پایین که عمدتاً منجر به حذف جوامع بومی و ذینفعان شده و موجب نادیده‌انگاشتن کار مشارکتی و مردمی در بهره‌برداری از آب می‌شود سؤال‌برانگیز شده است. چه نیکو می‌نمود که دانش بومی قنات با نگاهی نو طراحی و بازسازی می‌شد و از طرفی، نگاه سازه‌ای و مهندسی نیز در قالب راهبردهای جامعه‌شناختی جوامع بومی و الگوهای اقتصادی اجتماعی محلی "بومی‌سازی" می‌شد و آنگاه نقش مهندسان قنات یعنی مقنیان در تمدن آبی ایران جاودانه باقی می‌ماند.

در شرایط کنونی راهبردهای پیشنهادی مدیریت آب در کشور عموماً مبتنی بر چند رهیافت خردگرا و غیرجامع است که عمدتاً با تغییر الگوی کشت و تاریخ کاشت و استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار در مقیاس بوم‌نظام‌های زراعی شروع شده و از یک طرف به آب مجازی و تجارت آب و از طرف دیگر انتقال آب بین حوضه‌ای، انتقال آب از خزر و خلیج فارس، شیرین کردن آب‌های شور و استفاده از پساب‌های شهری و صنعتی ختم می‌شود. شاید هم رهیافت مؤثر دیگری غیر از این موارد وجود نداشته باشد، ولی آنچه در واقع مهم است مدیریت جامع آب در کشور است که همه بخش‌های اقتصادی و اجتماعی را در بر گرفته و با نگاهی آینده‌گرا مقدار آب موجود به نحو کارآمدی به بخش‌های مختلف تخصیص داده شود. در همین راستا، جای بسی تأسف است که هنوز آمار قابل قبول همگان در زمینه مصرف آب در بخش‌های مختلف کشور در دسترس نیست و تلفات آب در مجاری مختلف به درستی پایش نشده است و کارایی و بهره‌وری مصرف آب در مقایسه با معیارهای جهانی در کشور پایین است. آری آب را باید دریابیم که سخت به گل نشسته است، آب را نباید "ول" کنیم که قطعاً به بیخا خواهد رفت.

بر آن شده ایم که در یک فراخوان ملی برای جلب توجه و آگاهی بخشیدن به همگان در رابطه با بحرانی که برای آب جهت فرزندان این آب و خاک به ارمغان آورده شده است، اگرچه نه با قدمی، ولی با قلمی، با نوشتاری که پیش رو دارید سهم شویم. این نوشتار با نام "زراعت کم‌آب در ایران: راهبردها و کاربردها" با کمک جمع متنوعی از صاحبان اندیشه در زمینه آب به رشته تحریر درآمده است. همانگونه که از نام آن بر می‌آید محتوای این نوشتار بر محوریت کم‌آبی استوار است و در مواردی نیم‌نگاهی به



کم‌یابی آب نیز شده است. برای این مجموعه دو بخش در نظر گرفته شده است که در بخش نخست راهبردها و رهیافت‌ها و مبانی نظری و در بخش دوم کاربردها و کاربری‌ها و مبانی تجربی و کاربردی مربوط به آب آورده شده است.

هر فصل از این کتاب و در مواردی تا دو فصل از آن توسط یک فرد نگارش شده است و بدون تردید به‌رغم ویراستاری و دستکاری‌هایی که برای هماهنگ‌سازی شده است تنوع در روش نوشتاری نویسندگان فصول مختلف هنوز در محتوای کتاب مشهود است که این موضوع نه تنها از کیفیت آن نکاسته است بلکه خود به معیاری برای کیفیت بهتر درآمده است. هدف ویراستاران این کتاب بر چند اصل مهم زیر استوار بوده است: (۱) دیدگاه‌های جامع و فراگیر در مدیریت آب در زنجیره‌ای طولانی از محل شکل‌گیری آن به‌شکل باران (در ورای بام) با تجزیه و تحلیل‌های اقلیمی تا محل مصرف آن در قالب آب مجازی در سفره‌ها و میزهای غذا (همراه با شام) و یا در واقع "از بام تا شام". باید اذعان نمود که در این نوشتار جای خالی تجزیه و تحلیل‌های جامعه‌شناختی و اجتماعی در مدیریت آب به آن گونه که شایسته است همچنان خالی است. (۲) تأکید هر چه بیشتر بر یافته‌ها و نتایج پژوهش‌های ملی و محلی، (۳) تأکید بر مدیریت آب در مقیاس‌های خرد و کلان از حوضه‌های آبخیز تا مزرعه، (۴) تأکید ویژه بر مدیریت آب در مقیاس بوم‌نظام‌های زراعی با نگاهی خاص به افزایش کارایی و بهره‌وری آب، (۵) ارائه روش‌ها و الگوهای نوین موجود در مدیریت آب برای انواع آب قابل استفاده شامل سبز، آبی و خاکستری. امید است نوشتار حاضر بتواند در جهت اطلاع‌رسانی و آگاهی‌بخشیدن به همه ذینفعان که در واقع کل جامعه را در بر می‌گیرد و به‌خصوص سیاست‌گزاران، جامعه علمی و پژوهشگران مثمرتر واقع افتد.

علیرضا کوچکی

محمد خواجه‌حسینی

زمستان ۱۳۹۵