تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی/جلد ۱۷/ شماره ۶۷/سال ۱۳۹۵/ص ۱۲۸-۱۱۳
AERI

ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران

فریبرز عباسی، فرحناز سهراب* و نادر عباسی**

* نگارنده مسئول: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰(۰۲۶)، پیام‌نگار: farahnaz_sohrab@yahoo.com
** به‌ترتیب: استاد؛ عضو هیأت علمی؛ و دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۱۵

چکیده

تعیین راندمان سامانه‌های آبیاری موجود و ارزیابی نحوهٔ کار آنها از مهم‌ترین و ضروری‌ترین اقدامات لازم برای تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی‌های مرتبط با مصرف بهینهٔ آب، الگوی کشت و کاهش تلفات آب آبیاری است. در این پژوهش، به‌منظور تهیهٔ بانک اطلاعات راندمان‌های آبیاری در کشور، به جمع‌بندی نتایج مطالعات مرتبط با راندمان‌های آبیاری پرداخته شده است. نتایج حاصل از بررسی‌های مزرعه‌ای در سامانه‌ها و شبکه‌های مختلف آبیاری (سنتی و پایین‌دست سدها) در سطح کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۷۰جمع‌آوری و تحلیل شدند. نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آب آبیاری در کشور از ۲۲/۵ تا ۸۵/۵ درصد متغیر و میانگین آن ۵۶/۰ درصد است؛ به‌طوری‌که متوسط این راندمان در سامانه‌های کرتی، نواری و جویچه‌ای به‌ترتیب ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵ درصد است. از بین روش‌های بارانی نیز روش رول‌لاین (آبفشان غلطان) و کلاسیک ثابت به‌ترتیب بیشترین (۶۶/۹ درصد) و کمترین (۵۲/۱ درصد) راندمان کاربرد را دارند و در آبیاری قطره‌ای این کمیت ۷۱/۱ درصد است. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی به‌ترتیب ۶۶/۶ و ۵۳/۶ درصد است. با مقایسهٔ روش‌های مختلف آبیاری تحت فشار مشاهده می‌شود که میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری در روش‌های آبیاری بارانی ۶۲/۱ و در روش‌های آبیاری قطره‌ای ۷۱/۱ درصد است. بررسی روند تغییرات راندمان آب آبیاری طی سال‌های مختلف نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آب آبیاری در دو دههٔ ۸۰-۷۱ و ۹۰-۸۱ و سال‌های ۹۴-۹۱ به‌ترتیب ۵۲، ۵۸/۴ و ۵۸/۸ درصد بوده است. همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که راندمان انتقال و توزیع نیز در دهه‌های مذکور به‌ترتیب ۶۷/۰، ۶۸/۵ و ۷۴/۲ درصد بوده است. بدین‌ترتیب، راندمان کل در دهه‌های ۷۰، ۸۰ و نیمه اول دهه ۹۰ به‌ترتیب ۲۹/۷، ۳۶/۰ و ۴۳/۸ درصد بوده است. بدین معنا که از دهه هفتاد به بعد راندمان کل آبیاری، هر سال حدود یک درصد رشد داشته است. به‌عبارتی، روند افزایشی راندمان آبیاری مطابق مقادیر پیش‌بینی شده در برنامه‌های توسعه‌ای کشور (حدود ۱ درصد در سال) بوده است. از علل مهم افزایش راندمان در این دهه‌ها می‌توان به تجهیز و نوسازی اراضی، افزایش میزان آگاهی‌های بهره‌برداران دربارهٔ مسائل آب و خاک، گسترش شبکه‌های آبیاری، توسعهٔ سامانه‌های نوین آبیاری، و ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بهره‌برداران اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی

راندمان‌های آبیاری، سامانه‌های آبیاری، مدیریت آبیاری

مقدمه

خشکسالی و کم‌آبی در ایران واقعیتی اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، در سال‌های آینده حادتر نیز خواهد شد. بر اساس گزارش موسسهٔ بین‌المللی مدیریت آب[1] (IWMI)، کشور ایران برای حفظ وضع فعلی باید تا سال ۲۰۲۵ بتواند ۱۱۲

1- International Water Management Institute (IWMI)

درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید. با توجه به پتانسیل‌ها و نیازهای روزافزون بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت و حفاظت از سایر منابع زیستی، دستیابی به این امر بسیار مشکل و حتی ناممکن است. در این شرایط، یکی از راهکارهای مؤثر و عملی، استفادهٔ بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. در این میان، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد. بسیار روشن است که برای دستیابی به این موضوع مهم، شناسایی شاخص‌های اصلی مدیریت مصرف آب و تعیین این شاخص‌ها به روش‌های مناسب از ضروریات اجتناب‌ناپذیر است. راندمان‌های آبیاری، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان تأمین، تخصیص و مصرف اصولی آب در بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی به‌شمار می‌رود.

دامنهٔ تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری در برخی از استان‌های کشور در سال ۱۳۷۸ نشان می‌دهد که با توجه به مدیریت کشاورزان، روش آبیاری، مراحل مختلف رشد گیاه و نوع محصول، متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری از حداقل ۲۴/۷ درصد تا حداکثر ۵۵/۷ درصد با میانگین ۵۰/۹ درصد است. با احتساب ۶۰ درصد برای راندمان انتقال و توزیع، راندمان کل آبیاری در این شبکه‌ها بین ۱۵ تا ۳۶ درصد در نوسان است (Dehghanisanij *et al.*, 1999) که کمتر از متوسط راندمان کل آبیاری (۴۵ درصد) در کشورهای در حال توسعه است. برخی از صاحب‌نظران نخستین گام در راه جلوگیری از بحران آب را افزایش راندمان آب می‌دانند؛ با افزایش راندمان آب می‌توان مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شهر را به‌ترتیب ۱۰ تا ۵۰، ۴۰ تا ۹۰ و ۳۰ تا ۳۲ درصد کاهش داد بی آنکه راندمان اقتصادی یا کیفیت زندگی کاهش یابد (Dehghanisanij *et al.*, 1999). بنابراین، اصلاح سامانه‌های آبیاری، اِعمال مدیریت صحیح در زمان و مقدار آب آبیاری، و نیز تسطیح، تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی از جمله موارد ضروری برای بهبود راندمان آب آبیاری محسوب می‌شوند.

راندمان استفاده از آب عبارت است از رابطهٔ بین حجم واقعی آب مورد استفاده برای یک مصرف خاص و حجم آب انتقال داده شده یا برداشت شده از منبع آب. انتقال آب یا برداشت آن از منابع، مستقل از مدیریت آبیاری است و مقدار آن بستگی به مقدار نیاز آبی یا آبیاری در مزارع تحت آبیاری دارد؛ در مسیر انتقال، تلفات آب ناشی از نفوذ عمقی یا تبخیر از سطح آزاد آب است. مقدار تلفات آب در مسیر انتقال می‌تواند با پوشش مناسب کانال‌ها کاهش یابد و اگر از لوله برای انتقال آب استفاده شود تلفات به کمترین مقدار ممکن و در حد چند درصد می‌رسد.

بررسی وضعیت اجرای سامانه‌های آبیاری نشان‌دهندهٔ آن است که بیش از ۸۵ درصد اراضی کشور به روش آبیاری سطحی و ۱۵ درصد به روش آبیاری تحت فشار (شامل آبیاری بارانی و قطره‌ای) آبیاری می‌شود. تصور بر این است که راندمان آبیاری در روش‌های سطحی و سنتی به مراتب کمتر از راندمان آبیاری در روش‌های آبیاری تحت فشار است و با این فرضیه، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های کلان کشور به تجهیز اراضی سنتی با سامانه‌های مدرن و نیز بهبود وضعیت استفاده و مصرف آب در اراضی سنتی معطوف است. ولی در این میان چند سؤال اساسی مطرح است، اول اینکه راندمان کنونی مصرف آب در کشور چقدر است؟ توزیع زمانی و مکانی مقادیر راندمان آبیاری در سطح کشور چگونه است؟ اثربخشی اقدامات انجام شده در میزان و الگوی مصرف آب چه بوده است؟ پتانسیل افزایش راندمان آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری چه میزان است؟

در مجامع علمی و نظریه‌های کارشناسی موجود در کشور، در روش آبیاری سطحی راندمان قابل حصول یا پتانسیل حدود ۶۵ درصد و در سامانه‌های آبیاری

تحت فشار برای آبیاری بارانی حدود ۸۵ درصد و برای آبیاری قطره‌ای حدود ۹۰ درصد است (Solomon, 1988; Ali, 2011). پرسش این است که وضعیت راندمان طراحی و پتانسیل با وضعیت فعلی راندمان آبیاری در کشور چگونه است؟ پاسخ به این پرسش با جمع‌بندی داده‌های اندازه‌گیری شدهٔ راندمان در بانک اطلاعات ۴۰ ساله مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (ارائه شده در این مقاله) میسر شده است. در این بررسی با استناد به بانک داده و اطلاعات مربوط به مقادیر راندمان‌های آبیاری، سعی شده پاسخ مناسبی برای این پرسش‌ها ارائه، خلأهای موجود در این بانک داده مشخص و در نهایت استراتژی و نقشهٔ راه مشخص و پایدار برای تعیین و پایش آمار و اطلاعات مربوط به راندمان‌های آبیاری در کشور ارائه شود.

در این پژوهش به‌منظور ارزیابی، تحلیل و تدوین شاخص‌های راندمان آبیاری، برنامه‌ریزی جامعی صورت گرفته و در اولین گام نتایج آنها در استان‌های مختلف کشور که بسیار متنوع و پراکنده بوده‌اند، جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این برنامهٔ پژوهشی راندمان‌های کاربرد، انتقال و توزیع و نیز راندمان کل آبیاری در کشور در ۲۵ سال گذشته بررسی و روند تغییرات آن در این بازهٔ زمانی تحلیل شده است.

مواد و روش‌ها

از آنجایی‌که شناخت وضع موجود از اساسی‌ترین گام‌های برنامه‌ریزی برای ارتقای هر سیستم محسوب می‌شود، این مقاله با هدف بررسی و برآورد وضعیت موجود راندمان آبیاری، اقدام به تهیه بانک اطلاعات راندمان آبیاری در کشور کرده است. بدین‌منظور، با بررسی جامع نتایج مطالعات و تحقیقات گذشته در سطح ملی و بین‌المللی، بیش از ۲۰۰ مورد مطالعهٔ منتشر شده در خصوص راندمان‌های آبیاری در سطح کشور (حدود ۱۹۰۰ نوبت آبیاری اندازه‌گیری شده در مزرعه) طی سال‌های (۹۴-۱۳۷۰) جمع‌آوری و بررسی شد. داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده در سطح کشور در مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه‌ها، وزارت نیرو، شرکت‌های مشاور و ... بوده است که در مزارع زارعان و با مدیریت کشاورزان اندازه‌گیری شده‌اند؛ نتایج حاصل از پژوهش‌ها در مقیاس کرت‌های آزمایشی در ایستگاه‌های تحقیقاتی لحاظ نشده است. به‌عبارتی دیگر، نتایج حاصل از مطالعات مزرعه‌ای در خصوص ارزیابی راندمان آبیاری در سامانه‌ها و شبکه‌های مختلف آبیاری (سنتی و پایین‌دست سدها) در سطح کشور مورد توجه قرار گرفت که دستگاه‌های مختلف پژوهشی و اجرایی اندازه‌گیری کرده و به‌صورت رسمی گزارش داده‌اند.

تعاریف و مبانی راندمان آبیاری

آب از محل تأمین تا مصرف آن به شکل‌های مختلف تلف می‌شود. به‌عبارتی دیگر در چرخهٔ مصرف آب، تلفات در مراحل مختلف انتقال، توزیع و پخش در سطح مزرعه رخ می‌دهد که ماهیت وقوع و نحوهٔ مدیریت آن کاملاً متفاوت است. از این‌رو راندمان کل آبیاری در سه بخش مختلف ارزیابی می‌شود: راندمان انتقال، راندمان توزیع و راندمان مصرف (کاربرد). برای محاسبهٔ راندمان‌های مختلف آب آبیاری، نشریهٔ فنی شمارهٔ ۲۴ آبیاری و زهکشی فائو (Doorenbos & Pruitt, 1977) ملاک بوده است. برای محاسبهٔ یکنواختی توزیع آب (DU) در مزارع نیز از رابطهٔ مریام و کلر (Merriam & Keller, 1987) استفاده شده است:

$$DU = \frac{D_q}{\overline{D}} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن،

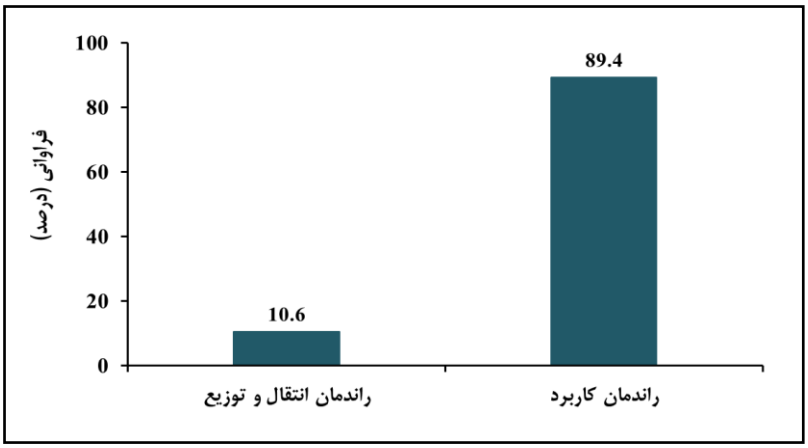
D_q= میانگین عمق نفوذ کرده در چارک پایین مزرعه (میلی‌متر)؛ و $\overline{D}$ = میانگین عمق آب نفوذ کرده (میلی‌متر).

نتایج و بحث

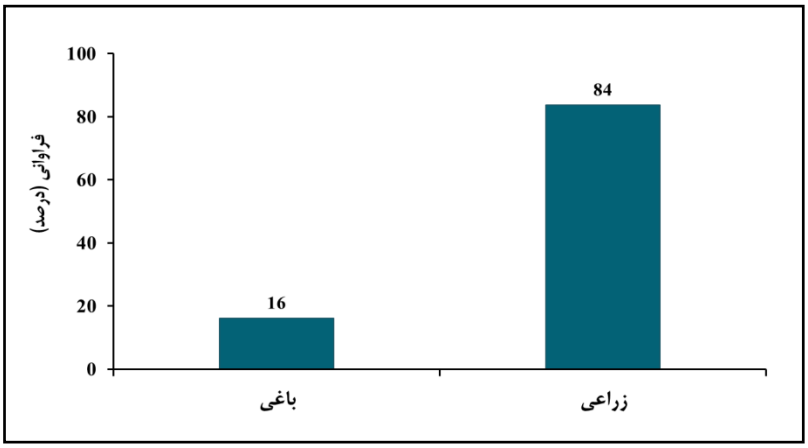
در اولین گام ارزیابی داده‌های موجود در بانک اطلاعاتی تدوین شد. این داده‌ها بر اساس معیارهای مختلف شامل نوع راندمان (انتقال، توزیع یا کاربرد)، نوع محصول (زراعی یا باغی)، منبع تأمین آب (آب‌های سطحی یا زیرزمینی)، نوع سامانهٔ آبیاری (ثقلی یا تحت فشار) توزیع مکانی (محل پژوهش) و توزیع زمانی (سال‌های پژوهش) طبقه‌بندی شدند. چگونگی توزیع داده‌ها بر اساس شاخص‌های یاد شده در شکل‌های ۱ تا ۶ ارائه شده است.

شکل ۱ نشان می‌دهد که ۱۰/۶ درصد داده‌ها مربوط به راندمان‌های انتقال و توزیع و ۸۹/۴ درصد داده‌ها مربوط به راندمان کاربرد آب آبیاری است. یعنی حدود ۹۰ درصد اندازه‌گیری‌های گذشته در سطح مزرعه بوده و به راندمان‌های انتقال و توزیع کمتر توجه شده است. از نظر نوع محصول و منبع تأمین آب نیز مطابق شکل‌های ۲ و ۳ حدود ۸۰ درصد داده‌ها در محصولات زراعی و در اراضی پایین‌دست منابع آب‌های زیرزمینی شامل چاه‌ها و قنات‌ها برابر شکل ۴، اغلب داده‌های در خصوص روش‌های آبیاری سطحی و جویچه‌ای است. از نظر توزیع مکانی داده‌ها در استان‌های مختلف، فراوانی داده‌ها نشان‌دهندهٔ آن است که در اغلب مناطقی که شبکه‌های بزرگ آبیاری وجود دارد (مانند شبکه‌های واقع در استان‌های خوزستان، اصفهان، فارس، گلستان، آذربایجان غربی، قزوین، اردبیل، گیلان، کرمان، و غیره)، داده‌های اندازه‌گیری شدهٔ راندمان بیشتر است (شکل ۵). در برخی از مناطق، علی‌الخصوص مناطق مرزی کشور، داده‌های راندمان کم است یا به‌طور کلی موجود نیست. داده‌های مربوط به راندمان‌های آبیاری به‌طور پراکنده از اوایل دههٔ ۵۰ موجود است، اما داده‌های گزارش شده در بازهٔ زمانی ۱۳۵۱ تا ۱۳۷۰ خیلی اندک هستند و امکان تحلیل آنها وجود ندارد، لذا داده‌های این بازه زمانی در تحلیل‌ها مورد توجه قرار نگرفت. در سال‌های بعد از آن نیز توزیع زمانی داده‌ها متفاوت و بیشترین مقدار آن در سال ۱۳۸۸ بوده است (شکل ۶).

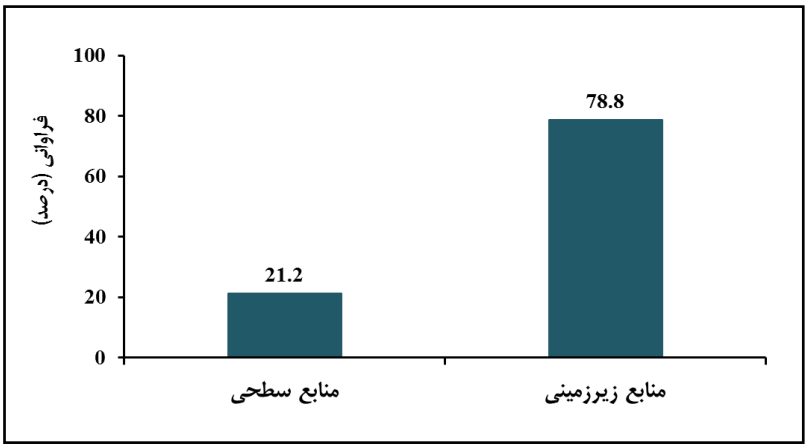
با توجه به موارد عنوان شده می‌توان دریافت که تا کنون گام‌هایی در خور و قابل توجه برای تعیین مقادیر راندمان‌های آبیاری در سطح کشور برداشته شده است. این داده‌ها دارای پراکندگی موضوعی، مکانی و زمانی زیادی هستند و برای ارزیابی دقیق و جامع وضعیت راندمان‌های آبیاری، به اطلاعات جامع و کافی نیاز خواهد بود، ولی تحلیل مناسب همین اطلاعات موجود نیز می‌تواند تصویر اولیه و روشنی در اختیار متولیان صنعت آب قرار دهد.



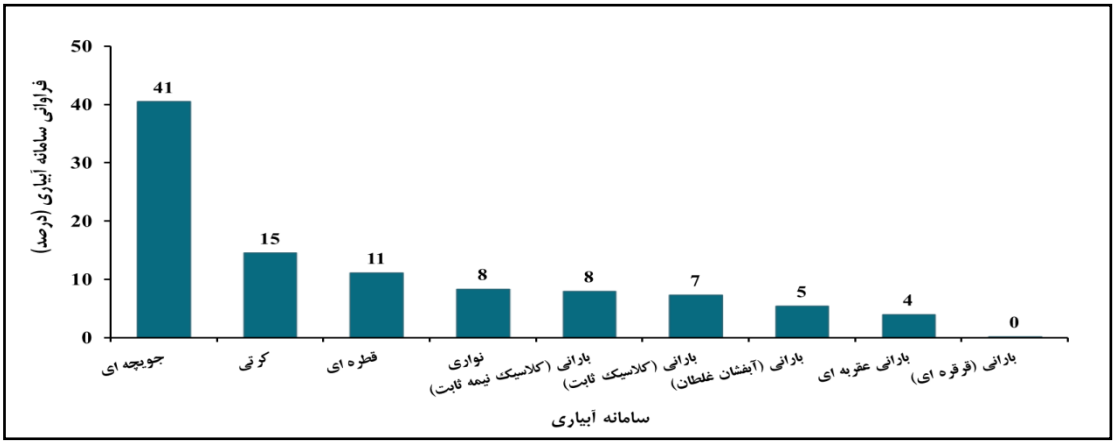
شکل ۱- فراوانی داده‌ها به تفکیک راندمان انتقال و توزیع و راندمان کاربرد



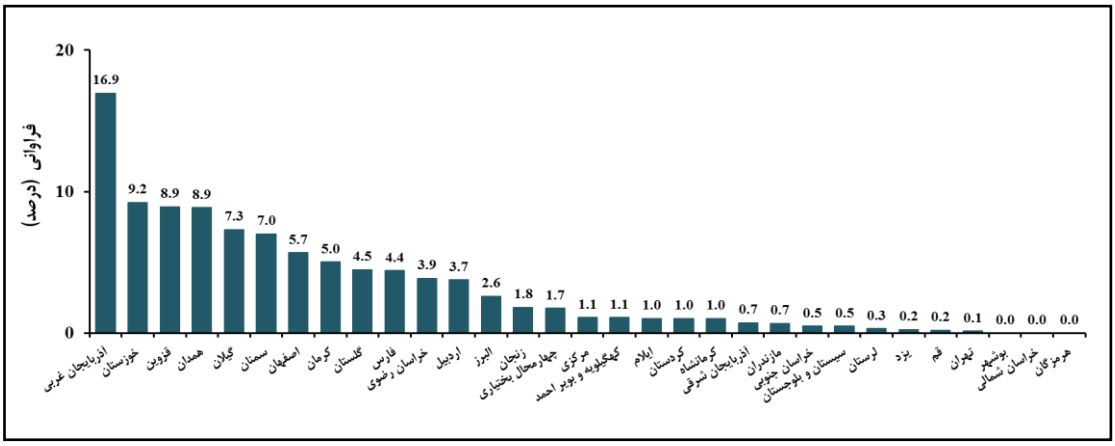
شکل ۲- فراوانی داده‌ها به تفکیک نوع محصول



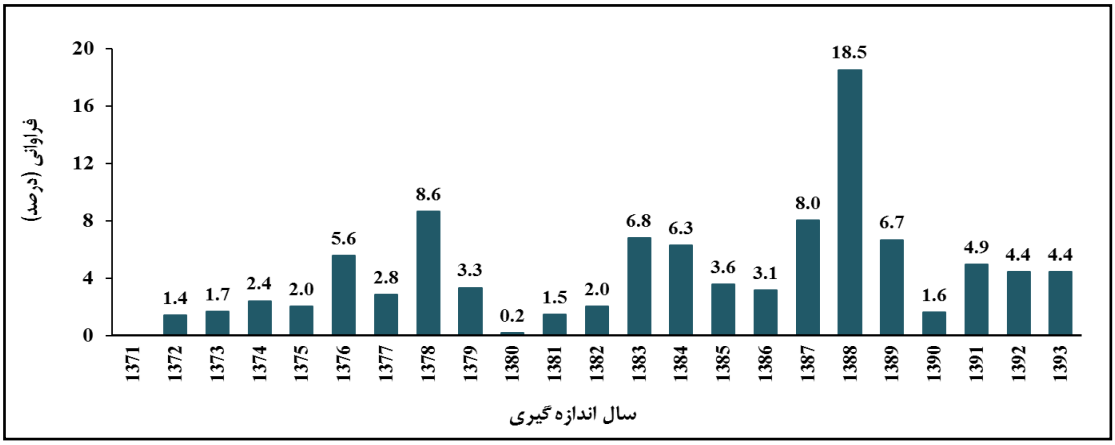
شکل ۳- فراوانی داده‌ها به تفکیک منبع تأمین آب



شکل ٤- فراوانی داده‌ها در سامانه‌های مختلف آبیاری در سال‌های ۹٤-۱۳۷۰ در کشور



شکل ٥- فراوانی داده‌ها بر حسب مکان اندازه‌گیری (استان‌ها)



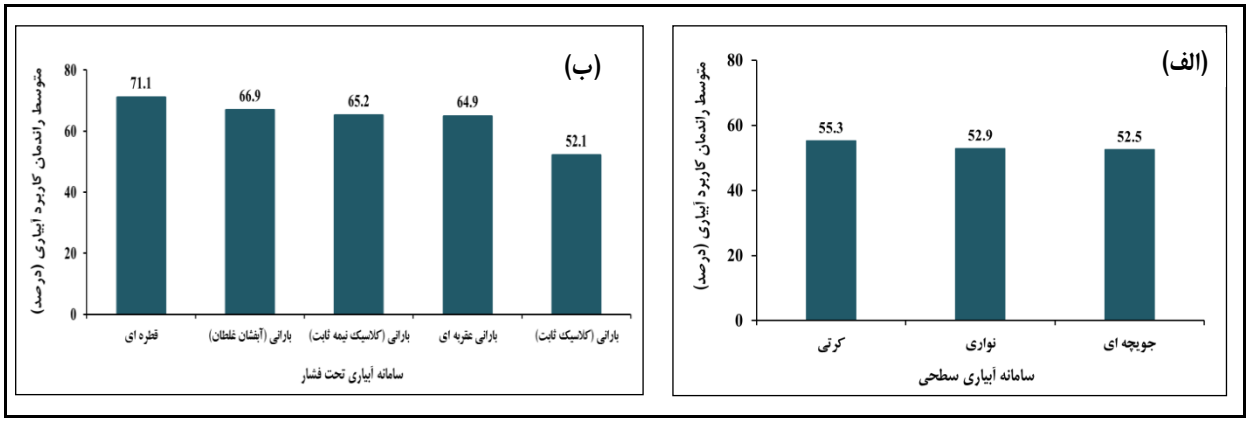
شکل ٦- فراوانی داده‌ها بر حسب سال‌های مختلف

ارزیابی راندمان کاربرد آب در سامانه‌های آبیاری

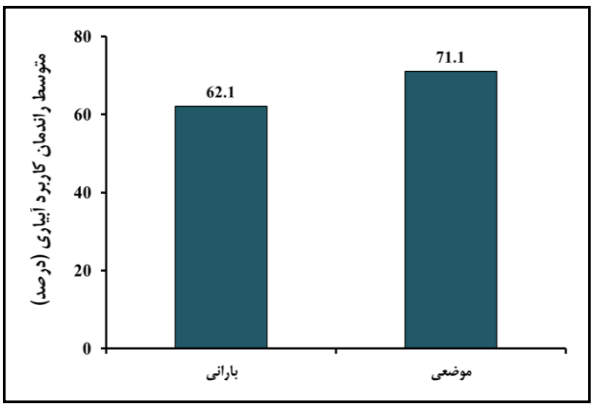
جمع‌بندی مطالعات در سامانه‌های مختلف آبیاری نشان می‌دهد که روش آبیاری مزرعه تأثیر مهمی بر راندمان کاربرد آب آبیاری دارد، موضوعی که بیانگر مدیریت آب در داخل مزرعه است. از آنجا که بیش از ۸۵ درصد از اراضی آبی به روش‌های سطحی آبیاری می‌شوند، بیشترین ارزیابی‌ها نیز در سامانه‌های آبیاری سطحی جویچه‌ای و کرتی (با فراوانی به‌ترتیب ۴۱ و ۱۵ درصد) بوده است (شکل ۴). متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در سامانه‌های کرتی، نواری و جویچه‌ای به‌ترتیب ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵ درصد و ضریب تغییرات به‌ترتیب روش آبیاری ۳۳، ۴۸ و ۳۶ درصد است (شکل ۷- الف). در میان روش‌های آبیاری تحت فشار، آبیاری بارانی رول‌لاین (آبفشان غلطان) و کلاسیک ثابت به‌ترتیب بیشترین (۶۶/۹ درصد) و کمترین (۵۲/۱ درصد) راندمان کاربرد را داشته‌اند و ضریب تغییرات دو روش به‌ترتیب ۲۹ و ۳۲ درصد است. متوسط راندمان کاربرد آبیاری قطره‌ای ۷۱/۱ درصد با ضریب تغییرات ۲۴ درصد است (شکل ۷- ب).

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری روش‌های آبیاری بارانی و موضعی به‌ترتیب ۶۲/۱ و ۷۱/۱ درصد (شکل ۸) و متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی به‌ترتیب ۶۶/۶ و ۵۳/۶ درصد است (شکل ۹).

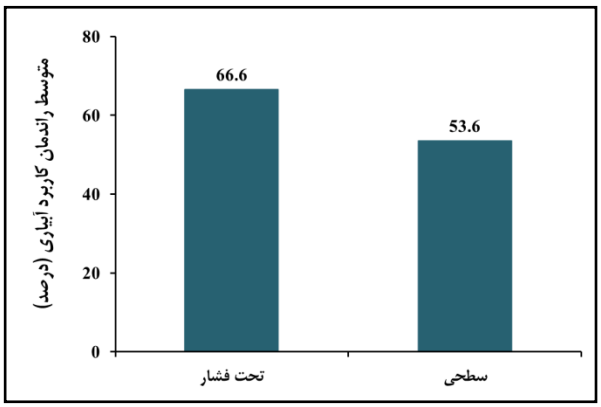
به‌طور کلی، آبیاری تحت فشار از روش‌های مؤثر در کاربرد آب است، هرچند میانگین راندمان کاربرد آن کمتر از حد انتظار است. تا کنون حدود ۱/۴۵میلیون هکتار از اراضی آبی به سامانه‌های آبیاری تحت فشار مجهز شده‌اند، اگرچه اغلب سامانه‌های اجرا شده با درجات مختلفی با مشکلات مواجه بوده‌اند. بی‌توجهی به مسائل فنی در طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌ها از دلایل عمدهٔ مشکلات موجود است (Naseri *et al*., 2015; Abbasi *et al*., 2016a, b). داده‌ها نشان می‌دهد که آن همه هزینه و انرژی برای توسعهٔ روش‌های آبیاری تحت فشار فقط به افزایش حدود ۱۲ درصد در راندمان کاربرد آب آبیاری انجامیده است که می‌توان گفت رسیدن به این درصد افزایش با سرمایه‌گذاری کمتر و توجه بیشتر به سامانه‌های آبیاری سطحی امکان‌پذیر بوده است.



شکل ۷- مقایسهٔ متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در سامانه‌های مختلف آبیاری در کشور
الف) آبیاری سطحی و ب) آبیاری تحت فشار



شکل ۸- مقایسهٔ متوسط راندمان کاربرد در روش‌های آبیاری بارانی و موضعی



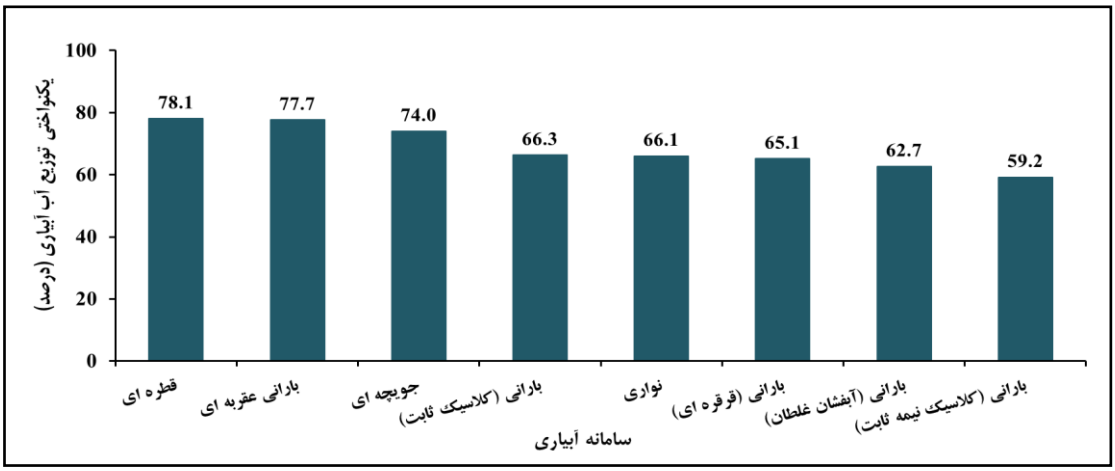
شکل ۹- مقایسهٔ متوسط راندمان کاربرد در سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی

ارزیابی یکنواختی توزیع آب در سامانه‌های آبیاری

یکنواختی توزیع آب (DU) در سامانه‌های مختلف آبیاری در شکل ۱۰ نشان داده شده است. یکنواختی توزیع آب، شاخصی است که وضعیت توزیع آب را در مزرعه نشان می‌دهد. اگر آبیاری کافی باشد، مقدار کم یکنواختی توزیع آب نشانه تلفات آب به‌صورت فرونشت عمقی است. مقدار کم یکنواختی توزیع آب نسبی است ولی مقادیر کمتر از ۶۷ درصد عموماً "قابل قبول" نیست

(Hart & Heerman, 1976). جمع‌بندی مطالعات دربارهٔ سامانه‌های مختلف آبیاری نشان می‌دهد که روش آبیاری مزرعه تأثیر مهمی بر یکنواختی توزیع آب دارد. در نزدیک به ۳۴ درصد از اندازه‌گیری‌ها، یکنواختی توزیع آب کمتر از ۶۷ درصد است. از میان سامانه‌های آبیاری سطحی، روش جویچه‌ای بیشترین یکنواختی توزیع آب را دارد. متوسط یکنواختی توزیع آب در روش‌های جویچه‌ای و نواری به‌ترتیب ۷۴ و ۶۶/۱ درصد است. در میان روش‌های آبیاری تحت فشار، آبیاری بارانی (عقربه‌ای و خطی) با یکنواختی توزیع ۷۷/۷ درصد بیشترین و روش کلاسیک نیمه‌ثابت با متوسط ۵۹/۲ درصد کمترین یکنواختی را دارد (شکل ۱۰).

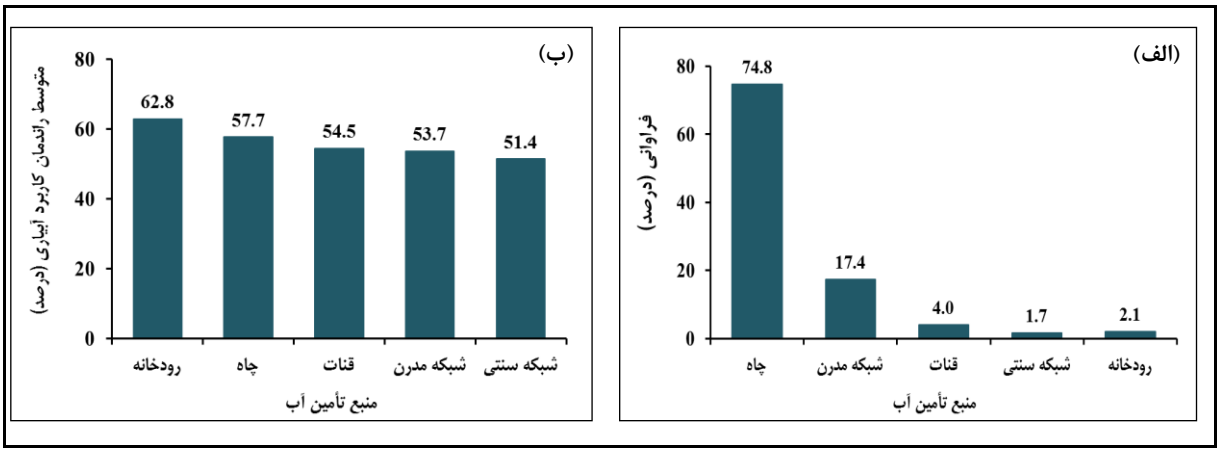
بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، میانگین یکنواختی توزیع آب سامانه‌های آبیاری تحت فشار و سطحی به‌ترتیب ۷۲/۲ و ۷۰/۱ درصد و ضریب تغییرات در روش‌های فوق به‌ترتیب ۲۵/۳ و ۲۴/۳ درصد است. مقایسهٔ دو روش آبیاری سطحی و تحت فشار نشان می‌دهد که اختلاف یکنواختی توزیع آب دو سامانه ناچیز است. به‌نظر می‌رسد با توجه به انتظاراتی که از سامانه‌های آبیاری تحت فشار وجود دارد، این اختلاف باید بیشتر باشد. در روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای، دلیل کم بودن یکنواختی توزیع آب را طراحی، مدیریت و بهره‌برداری نامناسب از این سامانه‌ها گزارش داده‌اند (Heydari & Dehghanisanij, 2010).



شکل ۱۰- مقایسهٔ متوسط یکنواختی توزیع آب در سامانه‌های مختلف آبیاری در کشور

ارزیابی راندمان کاربرد بر اساس منابع تأمین آب

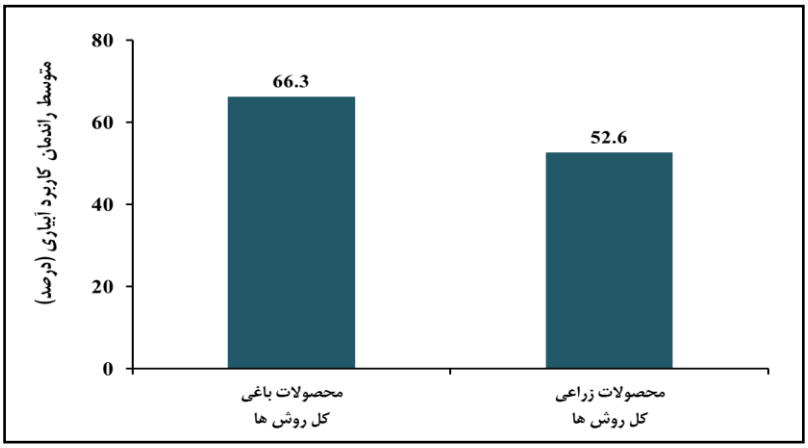
نتایج راندمان کاربرد آب آبیاری به‌صورت تابعی از منبع تأمین آب آبیاری در شکل ۱۱ ارائه شده است. جمع‌بندی مطالعات نشان می‌دهد که منبع تأمین آب آبیاری تأثیر مهمی بر راندمان کاربرد آب آبیاری دارد. فراوانی داده‌ها در منابع سطحی (شبکهٔ مدرن، سنتی و رودخانه) و منابع زیرزمینی (قنات و چاه) به‌ترتیب ۲۱/۲ و ۷۸/۸ درصد است. منابع تأمین آب آبیاری شامل چاه، شبکهٔ مدرن، قنات، رودخانه و شبکهٔ سنتی به‌ترتیب دارای فراوانی ۷۴/۸، ۱۷/۴، ۴، ۲/۱ و ۱/۷درصد هستند (شکل ۱۱- الف). متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری بر اساس منابع زیرزمینی و سطحی به‌ترتیب ۵۶/۱ و ۵۶ درصد است. بیشترین راندمان کاربرد آب آبیاری مربوط به منبع سطحی رودخانه (۶۲/۸ درصد) و کمترین آن مربوط به شبکهٔ سنتی (۵۱/۴ درصد) است. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در اراضی زیر شبکه‌های مدرن، قنات و چاه به‌ترتیب ۵۳/۷، ۵۴/۵ و ۵۷/۷ درصد است (شکل ۱۱- ب).



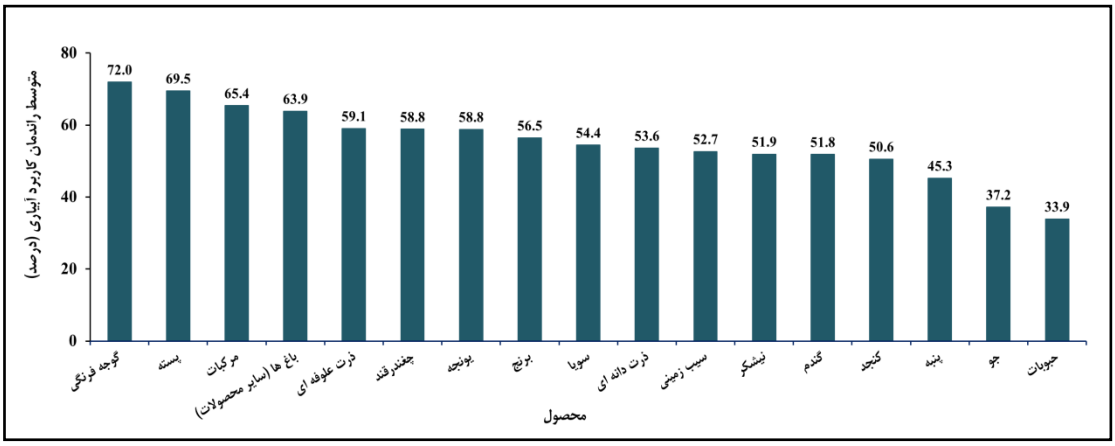
شکل ۱۱- الف) فراوانی منبع تأمین آب آبیاری و ب) مقایسهٔ راندمان کاربرد آب آبیاری در منابع مختلف تأمین آب

وضعیت راندمان کاربرد آب آبیاری برای محصولات مختلف

راندمان کاربرد آب آبیاری در محصولات باغی و زراعی در شکل ۱۲ نشان داده شده است. همان‌طور که قبلاً ارائه شد، با توجه به نتایج این مطالعه ۸۴ درصد داده‌ها در اراضی زراعی و ۱۶ درصد داده‌ها در اراضی باغی اندازه‌گیری شده‌اند (شکل ۲). راندمان کاربرد آب آبیاری برای محصولات زراعی و باغی با در نظر گرفتن کل روش‌های آبیاری به‌ترتیب ۵۲/۶ و ۶۶/۳ درصد است (شکل ۱۲). دلیل بیشتر بودن راندمان کاربرد آب آبیاری در اراضی باغی، بیشتر بودن عمق توسعهٔ ریشه در این محصولات و توسعهٔ بیشتر روش‌های آبیاری تحت فشار در باغ‌هاست. از آنجا که بیشتر باغ‌ها با سامانه‌های آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شوند، راندمان کاربرد آب آبیاری در آنها ۷۲/۳ و سایر روش‌ها ۵۴/۱ درصد به‌دست آمده است. بر اساس نتایج این تحقیق، متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری برای گوجه‌فرنگی (۷۲)، پسته (۶۹/۵)، مرکبات (۶۵/۴)، باغ‌ها (۶۳/۹)، ذرت علوفه‌ای (۵۹/۱)، چغندرقند (۵۸/۸)، یونجه (۵۸/۸)، برنج (۵۶/۵)، سویا (۵۴/۴)، ذرت دانه‌ای (۵۳/۶)، سیب‌زمینی (۵۲/۷)، نیشکر (۵۱/۹)، گندم (۵۱/۸)، کنجد (۵۰/۶)، پنبه (۴۵/۳)، جو (۳۷/۲)، و حبوبات (۳۳/۹) درصد است (شکل ۱۳).



شکل ۱۲- مقایسهٔ راندمان کاربرد آب آبیاری در محصولات باغی و زراعی



شکل ۱۳- مقایسهٔ راندمان کاربرد آب آبیاری برای محصولات مختلف

ارزیابی تغییرات مکانی راندمان آبیاری

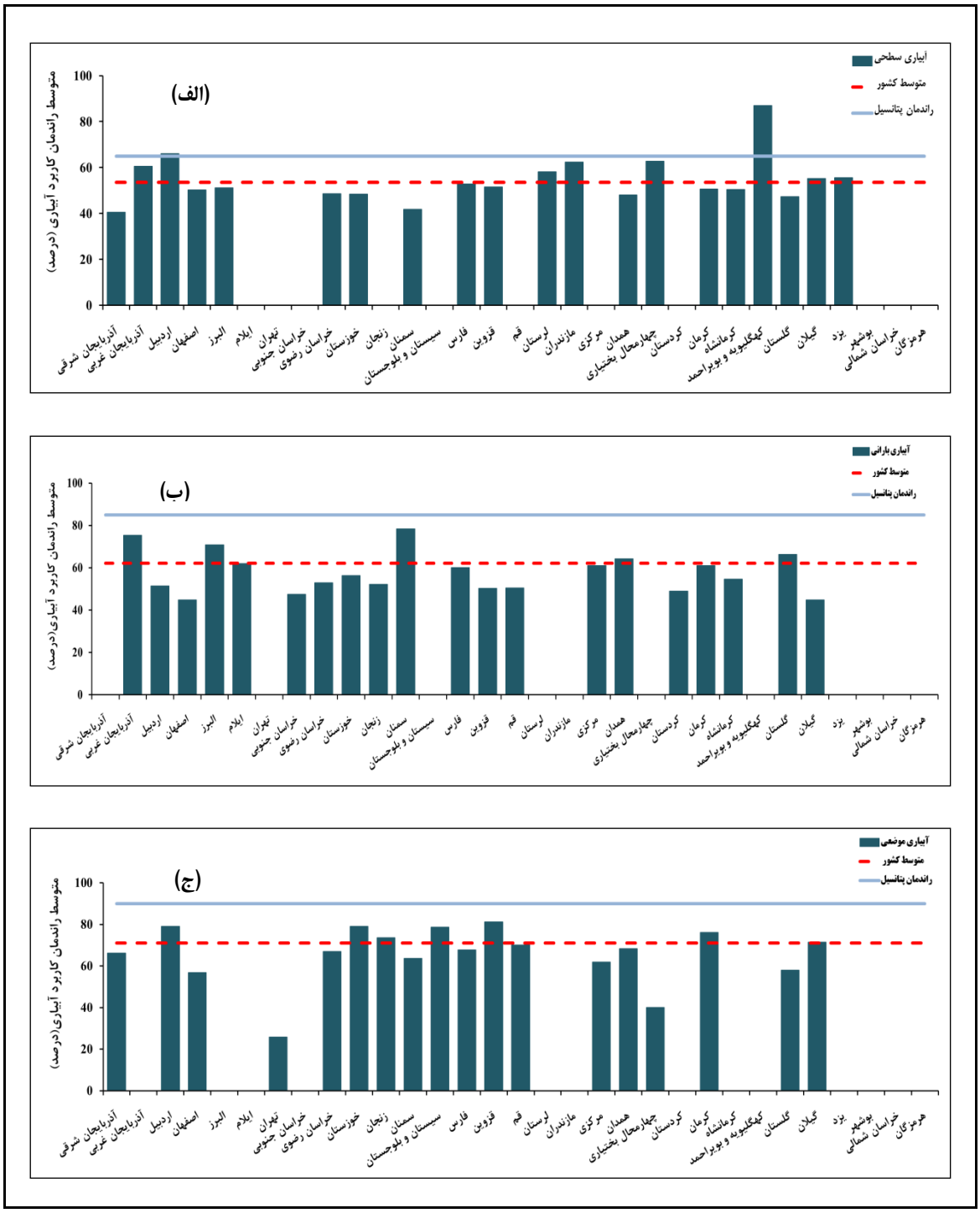
- ارزیابی راندمان کاربرد آب آبیاری در استان‌های مختلف کشور به تفکیک سامانه‌های آبیاری

ارزیابی راندمان کاربرد آب آبیاری به تفکیک سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و موضعی در استان‌های مختلف کشور در شکل ۱۴ ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با توجه به متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در سامانه‌های آبیاری سطحی، بارانی و موضعی به‌ترتیب ۵۳/۶، ۶۲/۱ و ۷۱/۱ درصد و همچنین با در نظر گرفتن پتانسیل راندمان کاربرد آب آبیاری در هر یک از این سامانه‌ها در سطح کشور (آبیاری سطحی، بارانی و موضعی به‌ترتیب برابر با ۶۵، ۸۵ و ۹۰ درصد (Solomon, 1988; Ali, 2011)، متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری سامانه‌های فوق از راندمان پتانسیل کمتر است. فاصلهٔ وضعیت موجود تا پتانسیل در سامانه‌های سطحی حدود ۱۰ درصد و در سامانه‌های بارانی و موضعی حدود ۲۰ درصد است.

نتایج ارزیابی راندمان کاربرد آب آبیاری در استان‌های مختلف کشور در جدول ۱ نیز ارائه شده است. راندمان کاربرد آب آبیاری در استان‌های آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، فارس، قزوین، مازندران، مرکزی، همدان، کهگیلویه و بویراحمد و گیلان از ۵۵ درصد فراتر و بیشتر از استان‌های دیگر است. کمبود داده‌های گزارش شده در برخی از استان‌های کشور از جمله استان آذربایجان شرقی، ایلام، مازندران، مرکزی، کردستان، کرمانشاه و کهگیلویه و بویراحمد موجب شده که راندمان کاربرد آب در این استان‌ها دقت مناسب را نداشته باشد (جدول ۱). جمع‌آوری اطلاعاتِ بیشتر در آینده، تصویر واقعی‌تری از راندمان کاربرد آب آبیاری را در آن استان‌ها ارائه خواهد داد. در برخی از استان‌ها از جمله در استان تهران، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، قم، لرستان و یزد داده‌های گزارش شده بسیار اندک است و در تعدادی از استان‌های دیگر نظیر بوشهر، خراسان شمالی و هرمزگان نیز اصلاً دادهٔ ثبت شده‌ای به‌دست نیامد. از این‌رو در این مناطق ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری میسر نشد. در این استان‌ها برای ارزیابی وضعیت موجود راندمان آب آبیاری باید برنامه‌ریزی شود.

به‌طور کلی راندمان کاربرد آب آبیاری در استان‌های مختلف از ۲۲/۷ تا ۸۵/۵ درصد متغیر و میانگین آن ۵۶ درصد است (جدول ۱). دامنهٔ ضریب تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری از حداقل ۱۹/۴ درصد در استان آذربایجان غربی تا حداکثر ۵۳/۶ درصد در استان خوزستان متغیر است. مقادیر زیاد ضریب تغییرات در برخی استان‌ها از جمله در استان خوزستان به‌دلیل

اختلاف زیاد بین مقادیر اندازه‌گیری شده در راندمان کاربرد آب آبیاری است. زیاد بودن حداکثر راندمان کاربرد آب آبیاری در برخی استان‌ها نشان‌دهندهٔ کم‌آبیاری در برخی نوبت‌های اندازه‌گیری آبیاری است.



شکل ١٤- راندمان کاربرد آب آبیاری به تفکیک سامانه‌های الف) آبیاری سطحی، ب) آبیاری بارانی و ج) آبیاری موضعی در استان‌های مختلف کشور

جدول ۱ – مقایسهٔ راندمان کاربرد آب آبیاری در استان‌های مختلف کشور

استان	حداقل راندمان کاربرد آب آبیاری (درصد)	حداکثر راندمان کاربرد آب آبیاری (درصد)	تعداد اندازه‌گیری‌ها	متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری (درصد)	ضریب تغییرات (درصد)
آذربایجان شرقی	۲۱	۸۷	۱۲	۵۱/۲	۴۵/۵
آذربایجان غربی	۲۹/۱	*۹۶/۷	۲۸۱	۶۴/۱	۱۹/۴
اردبیل	۱۵/۳	۹۵	۶۲	۶۸	۲۹/۱
اصفهان	۳/۷	*۹۹	۹۴	۴۹/۶	۴۹/۱
البرز	۲۷/۳	۸۸/۲	۴۳	۵۳	۲۸/۸
ایلام	۳۹/۸	*۹۶/۵	۱۷	۷۵/۴	۲۶/۴
خراسان رضوی	۱۴	۸۸/۳	۶۴	۵۱/۴	۳۳
خوزستان	۳/۳	*۱۰۰	۱۵۳	۴۶/۹	۵۳/۶
زنجان	۱۰/۸	۹۲/۲	۳۰	۵۲/۵	۴۳/۱
سمنان	۷/۸	۸۲/۵	۱۱۶	۳۹/۶	۴۵/۲
فارس	۲۳/۵	*۹۵	۷۳	۶۳	۲۷/۴
قزوین	۸/۸	*۱۰۰	۱۴۸	۵۹/۳	۴۱/۳
مازندران	۹/۴	۸۹	۱۱	۵۷/۵	۳۹/۱
مرکزی	۳۳	۷۶/۶	۱۸	۶۱	۲۰/۱
همدان	۱۱/۳	*۹۸	۱۴۷	۶۳/۸	۲۵/۲
چهارمحال و بختیاری	۷/۹	*۹۸/۹	۲۹	۴۶/۱	۴۳
کردستان	۲۲/۳	۵۶/۴	۱۷	۴۲/۶	۲۲/۲
کرمان	۲۳	۹۳/۸	۸۳	۵۴/۴	۳۷/۶
کرمانشاه	۳۶/۴	۸۵/۴	۱۷	۵۲/۱	۲۱/۸
کهگلیویه و بویراحمد	۴۰/۸	*۱۰۰	۱۸	۸۷	۲۰/۲
گلستان	۱۷/۸	۸۱	۷۴	۵۳/۵	۲۹/۹
گیلان	۲۳/۸	۸۳/۹	۱۲۱	۵۹/۱	۲۵/۲
میانگین	۲۲/۷	۸۵/۵	-	۵۶	۳۳

* کم‌آبیاری انجام شده است.

ارزیابی راندمان انتقال و توزیع در کشور

نتایج به دست آمده از بانک اطلاعاتی نشان‌دهندهٔ آن است که در اغلب مناطقی که شبکه‌های آبیاری (شبکهٔ مدرن و سنتی) وجود دارد، داده‌های اندازه‌گیری شدهٔ راندمان انتقال و توزیع نیز موجود است. بر اساس نتایج به دست آمده از بانک اطلاعاتی، متوسط راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه‌های مدرن ۸۲/۵ درصد و در شبکه‌های سنتی ۶۵ درصد است. متوسط راندمان انتقال و توزیع در کشور برای بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۱ حدود ۷۴ درصد برآورد می‌شود (شکل ۱۵).

ارزیابی راندمان کل آبیاری در کشور

به طور کلی بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، راندمان کل آب آبیاری بین ۳۶ تا ۴۶ درصد به‌ترتیب با در نظر گرفتن ۶۵ درصد برای راندمان انتقال و توزیع در شبکهٔ سنتی و ۸۲/۵ درصد برای راندمان انتقال و توزیع شبکهٔ مدرن متغیر است (جدول ۲). مقدار راندمان کل آبیاری در مقیاس مزرعه است و اگر قرار باشد به مقیاس بزرگ (دشت و حوضه) تعمیم داده شود به حدود ۷۰ درصد خواهد رسید بدین معنا که حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد تلفات رواناب سطحی و به‌همین مقدار تلفات نفوذ عمقی وجود دارد که مجموعهٔ این تلفات حدود ۲۵ تا ۳۰

درصد خواهد بود. با اضافه کردن این مقدار تلفات، راندمان کل به حدود ۷۰ درصد در مقیاس بزرگ خواهد رسید. نتایج ارزیابی راندمان کل آب آبیاری نشان می‌دهد که این مقدار راندمان آب آبیاری با راندمان کل آبیاری در کشورهای در حال توسعه (۴۵ درصد)، فاصلهٔ چندانی ندارد که با توجه به روند رو به رشد تکنولوژی‌ها و برنامه‌ریزی‌های صحیح، در آینده نزدیک به آن کشورها خواهیم رسید. اما در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته (که راندمان کل آب آبیاری در آن کشورها حدود ۶۰ درصد است) مقدار راندمان کل فاصلهٔ بیشتری دارد. راندمان انتقال و توزیع شبکهٔ مدرن را شرکت مدیریت منابع آب ایران برای سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ مقدار ۸۵ درصد گزارش داده است (Anon, 2015). متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری با در نظر گرفتن این مقدار برای راندمان شبکه برابر با ۴۸ درصد است. مقادیر راندمان کاربرد آب آبیاری در برخی استان‌ها از جمله تهران، قم، یزد، لرستان، خراسان جنوبی و سیستان و بلوچستان به‌دلیل کمبود داده نسبت به سایر استان‌ها دارای ضریب تغییرات بیشتری است. تاکید می‌شود که مقادیر ارائه شده در جدول ۲، میانگین راندمان کل آبیاری برای کل داده‌های موجود در بانک داده‌هاست. مقادیر این راندمان‌ها به تفکیک دهه‌های مختلف در ادامه ارائه شده است.

جدول ۲ – مقایسهٔ راندمان کل آب آبیاری در استان‌های مختلف

استان	راندمان کل*(درصد)	راندمان کل**(درصد)	راندمان کل***(درصد)
آذربایجان شرقی	۳۳/۳	۴۲/۲	۴۳/۵
آذربایجان غربی	۴۱/۶	۵۲/۹	۵۴/۵
اردبیل	۴۴/۲	۵۶/۱	۵۷/۸
اصفهان	۳۲/۲	۴۰/۹	۴۲/۱
البرز	۳۴/۴	۴۳/۷	۴۵
ایلام	۴۹	۶۲/۲	۶۴
خراسان رضوی	۳۳/۴	۴۲/۴	۴۳/۷
خوزستان	۳۰/۵	۳۸/۷	۳۹/۹
زنجان	۳۴/۱	۴۳/۳	۴۴/۶
سمنان	۲۵/۷	۳۲/۷	۳۳/۷
فارس	۴۰/۹	۵۱/۹	۵۳/۵
قزوین	۳۸/۶	۴۸/۹	۵۰/۴
مازندران	۳۷/۴	۴۷/۴	۴۸/۹
مرکزی	۳۹/۷	۵۰/۳	۵۱/۹
همدان	۴۱/۴	۵۲/۶	۵۴/۲
چهارمحال بختیاری	۳۰	۳۸	۳۹/۲
کردستان	۲۷/۷	۳۵/۲	۳۶/۲
کرمان	۳۵/۳	۴۴/۹	۴۶/۲
کرمانشاه	۳۳/۹	۴۳	۴۴/۳
کهگلیویه و بویراحمد	۵۶/۶	۷۱/۸	۷۴
گلستان	۳۴/۸	۴۴/۱	۴۵/۵
گیلان	۳۸/۴	۴۸/۸	۵۰/۳
میانگین	۳۶	۴۶	۴۸

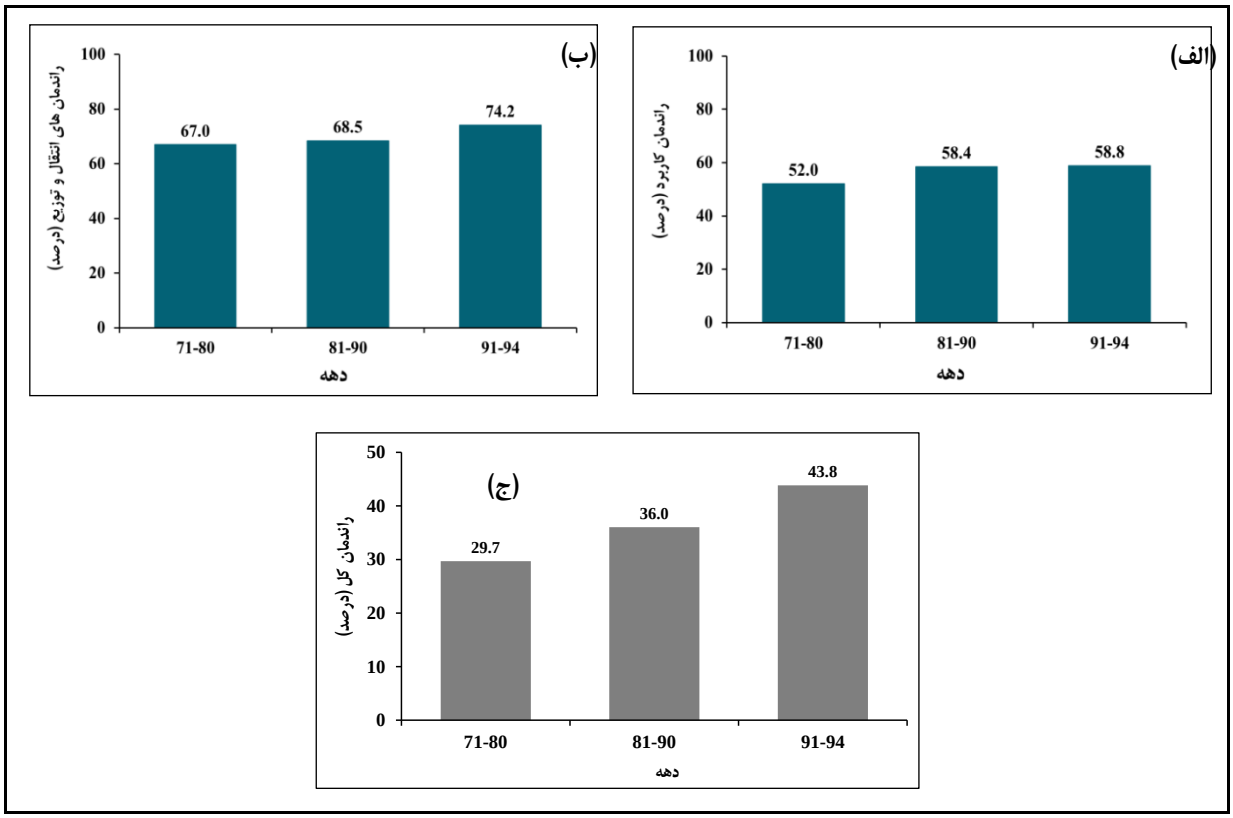
*راندمان کل آب آبیاری با در نظر گرفتن ۶۵ درصد برای راندمان انتقال و توزیع (شبکه سنتی) بر اساس جمع‌بندی داده‌های موجود.

** راندمان کل آب آبیاری با در نظر گرفتن ۸۲/۵ درصد برای راندمان انتقال و توزیع (شبکه مدرن) بر اساس جمع‌بندی داده‌های موجود.

*** راندمان کل آب آبیاری با فرض ۸۵ درصد راندمان انتقال و توزیع (راندمان شبکه مدرن، مدیریت منابع آب ایران).

ارزیابی تغییرات زمانی راندمان آب آبیاری

بررسی روند تغییرات راندمان آب آبیاری طی سال‌های مختلف نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آب آبیاری در دو دهۀ ۸۰-۷۱ و ۹۰-۸۱ و سال‌های ۹۴-۹۱ به‌ترتیب ۵۲، ۵۸/۴ و ۵۸/۸ درصد (شکل ۱۵- الف) و راندمان انتقال و توزیع (به معنی تلفات آب در کانال‌های انتقال و توزیع) نیز در دهه‌های مذکور به‌ترتیب ۶۷/۰، ۶۸/۵ و ۷۴/۲ درصد بوده است (شکل ۱۵- ب). بدین‌ترتیب، راندمان کل در دهه‌های ۷۰، ۸۰ و نیمه اول دهه ۹۰ به‌ترتیب ۲۹/۷، ۳۶/۰ و ۴۳/۸ درصد بوده است (شکل ۱۵- ج). بدین معنا که از دهه هفتاد به بعد راندمان کل آبیاری، هر سال حدود یک درصد رشد داشته است. به عبارتی، روند افزایشی راندمان آبیاری مطابق مقادیر پیش‌بینی شده در برنامه‌های توسعه‌ای کشور (حدود ۱ درصد در سال) بوده است. میزان افزایش راندمان کل آب آبیاری از ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ سالانه حدود یک درصد است. به‌عبارتی دیگر، از سال ۱۳۷۵ به بعد روند افزایشی راندمان آب آبیاری مطابق مقادیر پیش‌بینی شده در برنامه‌های توسعه‌ای کشور، حدود ۱ درصد، محقق شده است. از علل مهم افزایش راندمان در این دهه‌ها می‌توان به تجهیز و نوسازی اراضی، افزایش میزان آگاهی‌های بهره‌برداران در بارۀ مسائل آب و خاک، گسترش شبکه‌های آبیاری، توسعۀ سامانه‌های نوین آبیاری، انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بهره‌برداران، خشکسالی‌های سال‌های اخیر و کاهش آبدهی چاه‌ها اشاره کرد.



شکل ۱۵- مقایسۀ راندمان کاربرد آب آبیاری، راندمان انتقال و توزیع آب و راندمان کل آب آبیاری به تفکیک سه دهۀ اخیر

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی‌ها نشان می‌دهند که روند کلی تغییرات راندمان آب آبیاری در کشور مثبت و افزایشی است. با توجه به مقادیر راندمان روش‌های مختلف آبیاری تحت فشار، پیشنهاد می‌شود که توسعه سامانه‌های آبیاری بارانی، به‌ویژه کلاسیک ثابت، به‌دلیل همراه بودن با

یکنواختی کمتر در توزیع آب و مصرف انرژی بیشتر، در آینده با بررسی و دقت بیشتری دنبال شود. همچنین، با عنایت به سطح وسیع اراضی تحت آبیاری سنتی، ضروری است که در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور اصلاح و بهبود سامانه‌های آبیاری سطحی نیز مورد توجه و حمایت کافی قرار گیرد. به‌رغم موارد عنوان شده، تدقیق و تکمیل اطلاعات مربوط به راندمان آب آبیاری نیازمند بررسی‌های بیشتری است. کمبود داده‌های گزارش شده در برخی از استان‌های کشور از جمله استان آذربایجان شرقی، ایلام، مازندران، مرکزی، کردستان، کرمانشاه و کهگیلویه و بویراحمد موجب شده که راندمان کاربرد آب آبیاری در این استان‌ها دقت مناسب را نداشته باشد. از طرفی، در برخی از استان‌ها از جمله استان تهران، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، قم، لرستان و یزد داده‌های گزارش شده آنقدر اندک است که نمی‌توان ارزیابی دقیقی از مقادیر راندمان آب آبیاری در این استان‌ها ارائه کرد. در تعدادی از استان‌های کشور نظیر بوشهر، خراسان شمالی و هرمزگان نیز به‌دلیل فقدان داده، امکان ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری میسر نشد. در این استان‌ها، برای ارزیابی وضعیت موجود راندمان آب آبیاری باید برنامه‌ریزی شود.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، عمده داده‌های موجود در زمینهٔ راندمان آب آبیاری در کشور در مزارع و روی محصولات زراعی است و از این‌رو لازم است در مطالعات آتی به ارزیابی راندمان آب آبیاری در باغ‌های کشور توجه بیشتری شود و ارزیابی راندمان‌های انتقال و توزیع در شبکه‌های سنتی و مدرن نیز بیشتر شود.

مراجع

Abbasi, F., Sohrab, F. and Abbasi, N. 2016a. Evaluating on irrigation efficiencies and temporal and spatial variations in Iran. Technical Note No. 48496. Agricultural Engineering Research Institute. Karaj. Iran.

Abbasi, F., Naseri, A., Sohrab, F., Baghani, J., Abbasi, N. and Akbari, M. 2016b. Promoting of agricultural water productivity. Technical Note No. K34/94. Agricultural Engineering Research Institute. Karaj, Iran.

Ali. M. H. 2011. Practices of Irrigation and On-farm Water Management. 1st Ed. Vol. 2. Springer Pub.

Anon. 2015. Modern network irrigaiton efficiency data bank. Annual Report. Water Resources Mangaement Company. Available at: http: www.wrm.ir

Dehghanisanij, H., Alizadeh, A. and Keshavarz, A. 1999. Implementation of water use pattern in terms of volumetric supply of water to farmers. Proceeding of the International Conference on Water Resources Management, Use and Policy in Dry Areas. Dec. 1-3. Amman. Jordan.

Doorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO. Rome. Italy.

Hart, W. E. and Heermann, D. F. 1976. Evaluating Water Distribution of Sprinkler Irrigation Systems. Technical Bulletin. No. 128. Colorado State University.

Heydari, N. and Dehghanisanij, H. 2010. Issues and pivotal strategies to improve the management and operational structure in irrigation pressurized systems. 3rd National Conference on the Sustainable Development of Modern Irrigation Methods. Agricultural Engineering Institute (AERI). Karaj. Iran.

Merriam, J. L. and Keller, J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management. Department of Agricultural Engineering, Utah State University. Logan. Utah. USA.

Naseri, A., Abbasi, F. and Akbari, M. 2015. Estimating water consumption in agricultural sector. Technical Note No. 48021. Agricultural Engineering Research Institute. Karaj. Iran.

Solomon, K. H. 1988. Irrigation Systems and Water Application Efficiencies. Center for Irrigation Technology Irrigation Notes. CAIT Pud # 880104. California State University. Fresno. California.

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.17/No.67/2017/P:113-128

Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran

F. Abbasi, F. Sohrab* and N. Abbasi

* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Institue, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: farahnaz_sohrab@yahoo.com
Received: 9 April 2016, Accepted: 5 August 2016

Due to specific climate conditions in Iran and impossibility of increasing new resources of water for agricultural sector, agricultural water management is essential for improving water productivity. Assessment of low irrigation efficiency in the Country and providing appropriate solutions to improve irrigation efficiency and water productivity at the national level can be a great help for modifying irrigation efficiency. For this purpose, available data on irrigation efficiencies in different irrigation systems and differnet irrigation networks (traditional and modern) were analyzed. Analysis was based on results obtained from about 200 field scale studies including 1900 measured irrigation events across Iran from 1991 to 2015. The finding showed that application irrigation efficiency (Ea) ranged between 22.5 and 85.5% having meant of 56%. The averages of Ea in the basin, border and furrow irrigation systems were 55.3, 52.9 and 52.5%, respectively. Although, Ea in sprinkler irrigation systems for example wheelmove and solid set systems were 66.9 and 52.1%, respectively. Average of Ea in pressurized and surface irrigation systems were 66.6 and 53.6%, respectively. As well as, Ea in sprinkler and drip irrigation systems were 62.1 and 71.1%, in order. Results also indicated that Ea over three decades (1992-2001, 2002-2011, and 2012-2015) were 52, 58.4, and 58.8%, respectively. However, network irrigation efficiency for three decades was in order of 67, 68.5 and 74.2%. As a result, total irrigation efficincey (Ep) was 29.7, 36.0 and 43.8% in these decaceds, respectively. This means that, Ep had annully increased about 1% from 1996 to 2013. An important reason for increase of irrigation efficiency over these decades are improvment of knowledge of users and beneficiars with regards to water and soil issues, improvment of new irrigation systems and extension of research findings to operators and beneficiars.

Keywords: Irrigation Efficiency, Irrigation Systems, Water Management