

اصول و مبانی کاربرد شاخص راندمان آبیاری در مدیریت آب برای کشاورزی

نادر حیدری^{۱*}

چکیده

راندمان آبیاری یکی از شاخص‌های استفاده بهینه از آب می‌باشد که همچنان و بدون توجه به مفهوم، کاربری و حوزه کارکرد آن، وارد بحث‌ها و سیاست‌های کلان آب کشور شده و به واسطه آن سرمایه‌گذاری زیادی بر روی آن از جنبه‌های اندازه‌گیری این شاخص در سطح کشور و توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار با فرض افزایش راندمان، در حال انجام است. راندمان آبیاری شاخصی محلی و موضعی است. راندمان بیان‌کننده راندمان کاربرد آب در منطقه ریشه مزرعه‌ای معین بوده و به تلفات آب که می‌تواند به صورت رواناب وارد مزرعه کشاورز دیگری شده و در پائین دست مورداستفاده قرار گرفته و یا به صورت نفوذ عمقی در تغذیه سفره آب زیرزمینی مشارکت داشته باشد، توجهی ندارد. راندمان آبیاری شاخص خوبی برای مقایسه فنی سامانه‌های مختلف آبیاری در مزرعه است ولی این شاخص منعکس‌کننده بهره‌وری نیست، چون مسائل مربوط به تولید را در برنمی‌گیرد؛ زیرا در تولید و عملکرد محصول، عوامل زراعی، اقلیم، خاک و سایر مدیریت‌های زراعی دخیل هستند که در این شرایط این شاخص دیگر کاربردی ندارد. امروز با توجه به بحران کمبود شدید منابع آب، مسائل مدیریت آب را نمی‌توان صرفاً در مقیاس مزرعه حل نمود و بلکه اهمیت جامع‌نگری و دیدن آب در یک مقیاس بزرگ‌تر (حوضه آبریز و کشور) بیشتر ضروری می‌نماید؛ یعنی باید از آن مقیاس محلی (Local) مزرعه حرکت کرده و به مقیاس بالاتر برویم. عدم توجه به این نکته در استفاده از شاخص راندمان آبیاری، مشکلات، ابهامات و حتی نتایج نامناسبی برای حل بحران آب کشور ایجاد نموده است. امروزه نگرش کلاسیک به راندمان آبیاری قادر به حل مسائل کلان مدیریت آب در جهان نمی‌باشد. راندمان علیرغم آنکه هنوز در سطح مزرعه و برای نشان دادن عملکرد کشاورزان از نظر آبیاری، هنوز جایگاه خود را دارد، ولی در حل مسائل آب در حوضه آبریز و مسائل کلان آب کشور بحث حسابداری آب (Water Accounting) بیشتر مطرح است و لذا نگاه نوکلاسیک باید بر مبحث راندمان آبیاری داشت. در مقیاس حوضه آبریز آب قابل‌برگشت زیادی وجود دارد که از همین تلفات آب در مقیاس مزرعه ناشی شده است. امروزه در خصوص نگرش جدید به بحث مدیریت آب، اصطلاحات و مفاهیم جدیدی به این عرصه وارد شده‌اند؛ یعنی پس از تعریف ICID از راندمان آبیاری، اصطلاحات و مفاهیم جدیدی وارد این حوزه شدند: از جمله مصرف مؤثر (Beneficial use) و مصرف غیر مؤثر (Non Beneficial use) آب و جریان‌های قابل‌برگشت (Recoverable) و غیرقابل‌برگشت (Non Recoverable). در مجموع وقتی که سرمایه‌گذاری‌هایی برای افزایش راندمان آبیاری حتی با همین نگرش کلاسیک و برای صرفه‌جویی آب مزرعه پیشنهاد می‌گردد، ضروری است که سرمایه‌گذاری برای کاهش «تلفات واقعی آب» باشد تا «تلفات ظاهری». این سرمایه‌گذاری هوشمند و مؤثر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: راندمان، آبیاری، شاخص، مدیریت آب، صرفه‌جویی، تلفات واقعی

مقدمه

مسئله تابه‌حال آن را مدیریت بحران نموده و شتاب‌زدگی زیادی برای حل بحران آب داشته و مدام راهکارهای مختلف که خیلی از آن‌ها متکی بر مطالعات جامع به معنای واقعی نمی‌باشند، ارائه شده است (مدنی، ۱۳۹۴)؛ یعنی مسئله به معنای واقعی شناخته‌نشده و مبنای ایجاد بحران منابع آب در کشور هنوز شناخته نشده است.

در کشور در محافل و منابع علمی مختلف اظهارنظرهایی می‌شود مبنی بر اینکه با افزایش راندمان آبیاری در مزرعه مشکل کم آبی در کشور حل می‌شود و جهت تعیین بزرگی صرفه‌جویی حاصله مثلاً ادعا می‌شود که به‌عنوان اندازه ۲ تا سد بزرگ (نظیر سد امیرکبیر) آب ذخیره و صرفه‌جویی می‌شود. البته لازم به ذکر است که این قبیل ادعاها خاص کشور ما نبوده و حتی در جوامع پیشرفته و مجلات معتبر علمی نیز بعضاً از این بحث‌ها مطرح می‌گردد دکتر

یکی از مسائلی که شاید سبب پیچیدگی مدیریت آب کشور شده است تنوع زیاد اقلیمی و توزیع به شدت متفاوت میزان بارش و منابع آب در مناطق مختلف کشور می‌باشد. مسئله دوم آن است که هنوز متأسفانه خیلی‌ها باور ندارند که کشور ایران از لحاظ منابع آب کشور خشک و نیمه‌خشکی می‌باشد. در سال‌های اخیر که مشکل کمبود منابع آب در کشور حاد شده است، به‌جای پرداختن به ریشه‌های

^۱ عضو هیات علمی (دانشیار) مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی؛ وزارت جهاد کشاورزی، البرز، ایران. (* نویسنده مسئول: nrheydari@yahoo.com).

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۳۱

غیرقابل‌انتظاری رهنمون می‌سازد. در بحث آبیاری، منظور و برداشت اصلی از مصرف (Use) آن است که آب به معنای واقعی مصرف (Consume) می‌شود؛ یعنی آب از طریق فرایندهای تبخیر و تعرق و در جریان چرخه هیدرولوژیک مصرف‌شده و به‌اصطلاح محو و حذف (Remove) می‌گردد. لذا اغلب افزایش در راندمان بدان معنا می‌باشد که مصرف آب توسط گیاه بیشتر می‌شود؛ زیرا سرویس دقیق آبیاری و با یکنواختی بالا ناشی از راندمان بالا، بر نیاز آبی گیاه منطبق شده و از این طریق مصرف آب گیاه (به‌طور عمده از تعریق تعرق) بیشتر می‌گردد. این امر موجب افزایش اهمیت و ارزش آب‌شده و از آنجا موجب افزایش تقاضا برای آب می‌گردد. به‌عبارت‌دیگر انتظار می‌رود افزایش راندمان موجب افزایش مصرف و افزایش تقاضا شود. این به آن معنا نیست که راندمان پائین چیز مطلوبی است، بلکه باید گفت استفاده از واژه «راندمان» بدون ارتباط با محدوده عمل (Context)، حتی بدتر از آن است که یک واژه بی‌معنی را استفاده نماییم و آن می‌تواند موجب تصمیم‌های اشتباه در حوزه‌های عمل اقتصادی، هیدرولوژیکی و اکولوژیکی شود (Perry, 2007).

برداشت و استفاده مناسب از یک واژه علمی (نظیر راندمان آبیاری)، به‌نحوی که مهندسی آبیاری، مهندسی آب و فاضلاب، هیدرولوژیست‌ها، برنامه ریزان و حتی مجلات علمی همگی بتوانند با یک برداشت و مفهوم مشترک به آن بپردازند، امری مهم و دارای اولویت است.

اولین هشدارها در خصوص عدم تکیه و توجه زیاد به مبحث راندمان آبیاری در تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌های صرفه‌جویی آب در کشاورزی بازمی‌گردد به سال ۱۹۷۹. در این سال کارگروه ویژه آژانس داخلی آمریکا^۳ گزارشی را در خصوص مصرف و مدیریت آب منتشر می‌نماید. گزارش خروجی این کارگروه (Interagency TF, 1979). بر پایه مرور منابع علمی، اخذ نظرات کارشناسی متخصصین باتجربه و مرور کاملی بر ارقام مزرعه‌ای حاصل از مطالعات اندازه‌گیری راندمان آبیاری و سایر اطلاعات مرتبط در زمینه‌های قوانین آب، نهادها، دلایل پائین بودن راندمان و سایر اطلاعات قرار دارد. در خصوص راندمان آبیاری این کارگروه در گزارش خود اظهار می‌دارد: «هر گزارشی که می‌خواهد به مبحث راندمان‌های آبیاری بپردازد، باید در ابتدا واژه **راندمان** را با دقت زیادی توصیف و تعریف نماید. تعاریف بسیار و بعضاً متناقضی در خصوص واژه راندمان منتشر شده است. در اغلب موارد این‌گونه فرض شده است که چون راندمان آبیاری پائین است، آب آبیاری زیادی

کریست پری^۱ محقق اقتصاد آب از موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI)^۲، در چند مقاله (Perry, 2007; Perry, 2011; Perry et al., 2009)، این ادعاها را نقد نموده است. به عقیده وی باید بین انحراف آب (Water Diversion) و مصرف واقعی آب (Water Consumption) تفاوت قائل شد. مثلاً در مورد آب شهری که حدود ۹۵ درصد آب توزیع‌شده، مجدداً جمع‌آوری و پس از تصفیه در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، ادعای بی‌پروایی در منابع علمی ذکر می‌شود که با افزایش راندمان مصرف از طریق دوش‌های کم جریان و کاربرد فلاش تانک‌های کوچک در توالت‌ها، صرفه‌جویی عظیمی در مصرف آب به عمل خواهد آمد. باید توجه داشت که مصرف آب (Consumptive use) یک دوش گرفتن در حمام و یا آب مصرفی در سرویس‌های بهداشتی تقریباً صفر است. درواقع محل هیدرولوژیک انحراف آب و جریان برگشتی آن (گره معین) تأثیر فن‌آوری به‌کاررفته در دوش حمام بر مصرف واقعی آب را مشخص می‌نماید. البته این نکته را نباید از نظر دور داشت که مثلاً کاربرد فلاش تانک‌های کوچک در دستشویی‌ها، حجم آب انحراف داده‌شده را کاهش می‌دهد، هزینه تصفیه آب کاهش می‌یابد، حجم آب مورد ذخیره در بالادست و ظرفیت سدها برای تأمین آب کافی در شرایط خشک‌سالی را کاهش می‌دهد، ولی عملاً صرفه‌جویی آب به معنای فیزیکی آن اتفاق نیفتاده است و این ادعاها در بسیاری موارد گمراه‌کننده هستند. البته این به آن معنا نیست که راندمان پایین مطلوب است، بلکه نکته آن است که توجه صرف به راندمان بدون در نظر داشتن محدوده کار (Context) بی‌معنی بوده و می‌تواند به تصمیم‌های اشتباهی از نظر اقتصادی و هیدرولوژیکی و محیط‌زیستی منجر شود (Perry, 2007).

مسائلی نظیر این سبب ابهامات و ارائه داده‌های متناقضی برای ارقام منابع آب تجدیدشونده کشورها شده است. به‌عنوان نمونه موسسه Pacific منابع آب تجدید پذیر کشور مصر را ۸/۸ میلیارد مترمکعب گزارش می‌نماید. درحالی‌که سهم آب مصر از رود نیل ۵۵/۵ میلیارد مترمکعب است. منبع Earth trends این میزان را ۵۸ میلیارد مترمکعب گزارش می‌نماید. هر دو این منابع به گزارش‌های AQUASTAT و FAO رفرنس می‌دهند (Perry, 2007). همان‌گونه که مشاهده می‌شود حدود ۵۰ درصد تفاوت در ارقام ارائه‌شده برای کشور مصر که دارای سیستم مدیریت آب منظمی است، وجود دارد!

در بحث آبیاری نیز این‌چنین تجزیه‌وتحلیل‌هایی ما را به نتایج

^۱ Prof. Chris Perry

^۲ International Water Management Institute

^۳ US Interagency Task Force

راندمان آبیاری اگر مقدار آب کاربردی برای آبیاری از مصرف پتانسیل آب توسط گیاه کمتر باشد (مخرج کسر مساوی یا کوچکتر از صورت کسر شود)، در این صورت راندمان آبیاری ممکن است به ۱۰۰٪ نیز برسد. درحالی که در این شرایط علیرغم راندمان آبیاری به ظاهر حداکثر، عملاً بیانگر یک آبیاری ناموفق بوده و آب کاربردی کفایت نیاز آبیاری گیاه را ننموده و محصول به علت کم‌آبی کاهش می‌یابد؛ بنابراین راندمان بالا الزاماً بیانگر یک عملکرد خوب آبیاری نیست. لذا برای رفع این نقیصه وی پیشنهاد نمود که راندمان آبیاری به چندین جزء تجزیه شده و یک مفهوم کلی «راندمان مصرف آب»^۵ را ارائه داد (Heydari, 2014).

هنگام برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین آب موردنیاز گیاه، برای حفظ شرایط خاک و پایداری آن از لحاظ حفظ بیلان نمک، بایستی درصدی از آب آبیاری برای شستشوی املاح و آشویی نمک خاک در نظر گرفته شود. در محاسبه راندمان کاربرد آب در مزارع، حجم آبی که بیشتر از ظرفیت نگهداشت آب در خاک از سوی کشاورزان اعمال شده است، معمولاً جزو تلفات حساب می‌شود. این در حالی است که مقداری از این تلفات صرف آشویی خاک و حفظ بیلان نمک خاک می‌شود؛ یعنی اگر کسر آشویی (LF)^۶ خاک، به خصوص در مناطق با آب‌و‌خاک شور، منظور شود عملاً بخشی از تلفات آب که به صورت نفوذ عمقی اتفاق می‌افتد، کاملاً جزو تلفات نمی‌باشد و راندمان محاسبه شده به روشی که کسر آب آشویی از کل تلفات کسر شود راندمان آبیاری بالاتری را حاصل خواهد نمود. لذا جنسن^۷ در سال ۱۹۶۷ بر اساس این مفهوم، یعنی وارد شدن بحث شوری آب‌و‌خاک در راندمان آبیاری و به حساب آمدن کسر آشویی در تعریف راندمان و در نظر گرفتن آب مورد استفاده برای آشویی املاح به عنوان مصرف آب مفید یا سودمند^۸، راندمان آبیاری را به شکل زیر اصلاح نمود:

راندمان آبیاری = عمق خالص آبیاری (ET) بعلاوه مقدار آب لازم برای آشویی املاح
 آب انحراف داده شده^۹ یا پمپاژ شده به مزرعه برای آبیاری محصول

Bos و Nugteren (۱۹۷۴ و ۱۹۸۲) یک سری تحقیقات و فعالیت‌های مشترک گروه بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID)، دانشگاه کشاورزی واگنینگن^{۱۰} هلند و موسسه بین‌المللی احیاء و اصلاح اراضی (ILRI)^{۱۱} واگنینگن هلند در زمینه راندمان آبیاری را

تلف شده است. درحالی که الزاماً این گونه نیست».

بحث تعریف درست از مفهوم راندمان هم در گروه بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID)^۱ و هم توسط سایر مجامع علمی در جهان قبلاً آغاز شده است. به عنوان نمونه در فصل نیاز آبیاری تک‌نگاشت انجمن مهندسیین کشاورزی آمریکا (ASAE)^۲ و آئین‌نامه شماره ۷۰ انجمن مهندسیین عمران آمریکا (ASCE)^۳ (تحت عنوان تبخیر و تعرق و نیاز آبیاری) قرار شده است که من بعد واژه «راندمان» با واژه دیگری جایگزین شود تا از این طریق منشاء سردرگمی و استفاده نادرست از این واژه کمتر فراهم شود (Perry, 2007).

با توجه به پیچیدگی‌های مفهوم راندمان آبیاری و مسائل و معضلات کاربرد آن در عمل و به خصوص در بحث مدیریت کلان آب، از جنبه‌های اتخاذ تصمیمات و سرمایه‌گذاری‌های لازم برای ارتقاء آن و با هدف صرفه‌جویی آب در کشور، در این نوشتار تلاش گردید مفهوم راندمان آبیاری بیشتر تشریح شده و کاربردها و کارکردهای آن در مدیریت آب کشور و در مجموع قابلیت‌ها و محدودیت‌های کاربرد این شاخص از لحاظ اتکا به آن در مدیریت کلان آب کشور تبیین شود.

تعریف و مفهوم راندمان آبیاری^۴ و سیر تحول آن

تعریف اولیه و بنیادین از شاخص راندمان آبیاری تعریفی است که توسط محققى به نام Israelsen در سال ۱۹۵۰ ارائه گردید (Heydari, 2014). بر اساس این تعریف راندمان آبیاری عبارت است از «نسبت آب آبیاری مصرف شده توسط گیاهان یک مزرعه و یا شبکه آبیاری (واحد زراعی تحت یک /چند کانال آبیاری) به آب انحراف داده شده از یک رودخانه و سایر منابع آب به آن مزرعه یا واحد زراعی تحت کانال/کانال‌های آبیاری معین»؛ بنابراین این شاخص از آنجائی که صورت و مخرج کسر هر دو از جنس آب و هم واحد هستند، بدون بعد بوده و معمولاً به درصد یا به صورت اعشاری تعریف و ارائه می‌گردد (مثلاً ۶۵ درصد یا ۰/۶۵)؛ بنابراین از نظر مفهومی راندمان در آبیاری همانند تعریف راندمان در سایر علوم و بخش‌ها، در واقع نسبت ستانده به نهاده می‌باشد یعنی:

راندمان آبیاری = ستانده (آب دریافت یا ذخیره شده)
 نهاده (آب تحویلی یا کاربردی)

از زمان تعریف اولیه راندمان آبیاری توسط Israelsen تغییرات و اصلاحات زیادی در این شاخص به عمل آمده است. به عنوان نمونه Hansen در سال ۱۹۶۰ اظهار نمود که با توجه به تعریف و مفهوم

^۵ Consumptive Use Efficiency

^۶ Leaching Fraction

^۷ Jensen

^۸ Beneficial Use

^۹ Divert

^{۱۰} Wageningen

^{۱۱} International Institute for Land Reclamation and Improvement

^۱ International Commission on Irrigation and Drainage

^۲ American Society of Agricultural Engineers

^۳ American Society of Civil Engineers

^۴ Irrigation Efficiency

و یا پوشش شده نامناسب در مزرعه باشد. ایجاد پوشش با صفحات پلاستیکی نسبتاً روش کم‌هزینه‌ای در مقایسه با روش پخشیدگی و کوبیدن رس در استخرها به‌منظور کاهش تلفات نشت است. این اقدامات می‌تواند راندمان مزرعه را از کم به خوب بهبود بخشد. راه‌حل طولانی‌مدت این مسئله که به سرمایه‌گذاری زیادی نیاز دارد، پوشش مخازن و نهرها با بتن یا سیمان و استفاده از لوله بجای نهر می‌باشد. راه دیگر بهبود این راندمان که به سرمایه‌گذاری اولیه زیادی نیاز دارد، عمیق‌تر کردن مخازن آب مزرعه می‌باشد تا از این طریق تبخیر سطحی آب از سطح مخزن حداقل شود.

اگرچه روابط راندمان‌های انتقال و ذخیره به‌طور ضمنی بین تلفات نشت و تبخیر تفاوتی قائل نیستند، این مهم است که بین این دو نوع تلفات، به‌خصوص وقتی که آب‌های نشتی می‌توانند جمع‌آوری شده و مورد مصرف مجدد قرار گیرند، تفاوت قائل شد.

راندمان کاربرد

پس از رسیدن آب به ابتدای مزرعه، راندمان بعدی راندمان کاربرد (Eappl) است. راندمان کاربرد تقریباً وابسته به یکنواختی توزیع آب سیستم انتخابی برای پخش آب می‌باشد. در سیستم آبیاری سطحی اگر شدت پخش آب با شدت نفوذ آب در خاک و شیب زمین انطباق نداشته باشد، آب به‌طور غیریکنواختی از ابتدا تا انتهای مزرعه توزیع می‌گردد و راندمان کاربرد پائین می‌آید. حالت خیلی وخیم این مسئله می‌تواند به‌وسیله آبیاری شیاری دریک خاک سبک شنی (بافوذ بالا) با شیب کم ایجاد شود. وقتی که آبیاری سطحی خوب اجرا شود، راندمان کاربرد راندمان کاربرد می‌تواند در دامنه خوبی قرار گیرد و مقدار آن تا حد ۸۰ درصد نیز برسد. آبیاری سطحی از نوع کرتی تسطیح شده با دبی ورودی زیاد که در آریزونا آمریکا اجرا گردید، کاربرد بالاتر از ۸۰ درصد را نیز حاصل نمود.

در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار که خوب اجرا شده باشند، می‌توان به یکنواختی‌های توزیع بالاتری نیز دست‌یافت و راندمان کاربرد در سامانه‌ها می‌تواند ۹۰٪ (۰/۹) و یا بالاتر نیز باشد.

راندمان انتقال که واضح است بیانگر مقدار آبی است که در کانال‌های آب به‌ظاهر تلف می‌شود. راندمان مزرعه که به میزان توزیع مناسب آب در قطعات زراعی بستگی؛ یعنی آبی که تا سر مزرعه کشاورز می‌رسد؛ و از همه مهم‌تر راندمان کاربرد آب است که به مدیریت کشاورزان بستگی دارد و بیانگر میزان آب ذخیره‌شده در منطقه ریشه به کل آب داده‌شده به مزرعه است.

بنابراین راهکارهایی نیز که برای بهبود راندمان پیشنهاد شده است، به تناسب این سه جزء تفکیک‌شده از راندمان کل متفاوت و مشخص است. مثلاً برای بهبود راندمان انتقال، پوشش کانال‌ها،

منتشر نمودند. سرانجام Bos در سال ۱۹۸۲ راندمان کل آبیاری را به اجزای مختلفی تقسیم نموده و آن را به شکل امروزی تعریف و توسط آن اندازه‌گیری راندمان آبیاری در سطوح (Level) مزرعه (Field)، واحد زراعی (Farm)، کانال‌های فرعی (Tertiary)، کانال‌های اصلی و کل شبکه آبیاری (District- Scheme) فراهم گردید (رابطه ۱):

$$\frac{Wfg}{Wvo} \times \frac{Wfd}{Wfg} \times \frac{Wrz}{Wfd} = Eall \quad (1)$$

که در آن: Eall: راندمان کل آبیاری،

$\frac{Wfg}{Wvo}$: راندمان انتقال آب، Wfg: مقدار آب دریافت شده در محل دریاچه توزیع آب و Wvo: مقدار آب منحرف‌شده از محل مخزن یا منبع آب

$\frac{Wrz}{Wfd}$: راندمان مزرعه (راندمان قطعات زراعی)، Wfg: آب تحویلی در دریاچه مزرعه و Wfd: آب تحویلی در ابتدای مزرعه

$\frac{Wfd}{Wfg}$: راندمان کاربرد، Wrz: آب ذخیره‌شده در منطقه توسعه ریشه و Wfd: آب تحویلی در ابتدای مزرعه

راندمان انتقال

راندمان انتقال (Econv) اولین راندمان از زنجیره راندمان‌ها می‌باشد. مقادیر پائین این راندمان بیانگر نشت بیش‌ازحد از مجاری انتقال آب و یا تبخیر زیاد در کانال‌های انتقال آب است. تلفات تبخیر معمولاً سهم کمی از تلفات در این راندمان را حتی در کانال‌ها و مخازن روباز تشکیل داده، مگر آنکه مسیر طولانی و انتقال آب از محل مخزن تا سر مزرعه زمانی زیادی به طول بیانجامد و در زمان انتقال آب دمای هوا بالا باشد. تبخیر از کانال‌های آبیاری می‌تواند غیرمستقیم بوده و آن ناشی از تعرق گیاهان پوششی و علف‌های هرز در کانال‌های انهار پوشش نشده باشد. بهبود راندمان Econv می‌تواند خیلی هزینه‌بر باشد (نظیر تبدیل کانال‌های روباز به رو بسته) و یا از نظر حجم عملیات بیش‌ازحد و اندازه‌های متعارف باشد (نظیر پر کردن شکاف‌ها و درز و ترک‌ها در طول کانال). در اکثر شبکه‌های آبیاری در جهان، جای تعجب است که بسیاری از برنامه‌های مدرن و نوسازی^۱ شبکه‌های آبیاری، بر کاهش تلفات آب در این مرحله تمرکز می‌نمایند.

راندمان مزرعه

راندمان مزرعه (E_{farm})، برای اصلاح و بهبود بیشتر مستعد بوده و می‌توان روی آن کار نمود. دلیل عمده و معمول برای مقادیر پائین E_{farm} می‌تواند نشت آب از نهرهای انتقال و از مخازن پوشش نشده

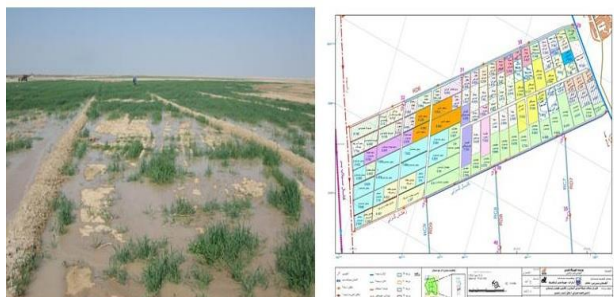
^۱ Modernization & Rehabilitation

۰/۷۰-۰/۹۵ (۵۰-۳۰ و ۹۵-۷۰ درصد) (جدول ۱). راندمان کاربرد تقریباً وابسته به یکنواختی توزیع آب سیستم انتخابی برای پخش آب می‌باشد. در سیستم آبیاری سطحی اگر شدت پخش آب با شدت نفوذ آب در خاک و شیب زمین انطباق نداشته باشد، آب به‌طور غیریکنواختی از ابتدا تا انتهای مزرعه توزیع می‌گردد و راندمان کاربرد پائین می‌آید. وقتی که آبیاری سطحی خوب اجرا شود، راندمان کاربرد می‌تواند در دامنه خوبی قرار گیرد و می‌تواند به‌صورت پتانسیل با ملاحظات شوری منابع آب‌و‌خاک تا حد ۰/۸ (۸۰ درصد) نیز برسد. مقادیر این شاخص در کشور به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۹ (پایه)، سال ۱۳۸۵، سال ۱۳۸۹ (شاهد) و برای سال ۱۴۰۴ (هدف) برابر ۳۴، ۳۷، ۴۰ و ۶۰ درصد پیشنهاد شده است.

لایروبی کانال‌ها، دفع علف‌های هرز و از بین بردن ترک‌ها و درزها در کانال‌های بتنی و غیره پیشنهاد می‌شود. یا برای بهبود راندمان مزرعه، پوشش کانال‌های درجه ۳ و ۴ پوشش استخرهای ذخیره آب و غیره پیشنهاد می‌شود؛ و سرانجام برای بهبود راندمان کاربرد آب که از همه سخت‌تر و مشکل‌تر است، مسائل فنی خود را نیاز دارد. نمونه‌ای از آن‌ها شامل تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی، استفاده از دبی‌های مناسب آب و غیره که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. راندمان آبیاری به واحد درصد و یا به‌صورت اعشاری بیان می‌گردد. مقادیر محتمل قابل‌قبول برای راندمان کاربرد آب آبیاری محصولات زراعی سالانه و یا محصولات چند سالانه باغی و در شرایط عملکرد ضعیف و خوب به ترتیب عبارت‌اند از: ۰/۳۰-۰/۵۰ و

جدول ۱- مقادیر محتمل برای راندمان آبیاری در شرایط عملکرد خوب و ضعیف (Hsiao et al., 2007)

راندمان		واحد	کسر راندمان	نماد	مرحله راندمان
شرایط و عملکرد خوب	شرایط و عملکرد ضعیف				
۰/۸۰-۰/۹۶	۰/۵۰-۰/۷۰	بدون بعد	W_{fg}/W_{vo}	E_{conv}	انتقال
۰/۷۵-۰/۹۵	۰/۴۰-۰/۶۰	بدون بعد	W_{fd}/W_{fg}	E_{farm}	مزرعه
۰/۷۰-۰/۹۵	۰/۳۰-۰/۵۰	بدون بعد	W_{rz}/W_{fd}	E_{appl}	کاربرد
۰/۴۲-۰/۸۷	۰/۱۰-۰/۲۱	بدون بعد	(E_{all}) کل		



شکل ۱- فعالیت‌های بهبود مدیریت آب و زهکشی مزارع (نمونه-هایی از طرح احیاء دشت‌های خوزستان و ایلام شامل: ایجاد کانال‌های مزرعه، زهکشی زیرزمینی، تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی)

روش‌های افزایش راندمان آبیاری، نظیر پوشش کانال‌ها، تبدیل کانال‌های روباز به روبسته (لوله)، پوشش مخازن و استخرهای ذخیره آب، تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی، استفاده از روش‌های کاهش جریان (Cutback) در روش‌های آبیاری سطحی، افزایش دبی و سرعت پیشروی آب، برنامه توزیع آب مناسب، حذف علف‌های هرز در مجاری انتقال آب و تعیین بهینه پارامترهای طراحی آبیاری و غیره که ظاهراً مسئله می‌باشند و همگی از جنس اقدامات و عملیات حجیم و پر هزینه نیز هستند، راهکارهای دیگری نیز دارد. موسسه جهاد نصر در منطقه خوزستان عملاً دارد تعدادی از این راهکارها را انجام می‌دهد؛ یعنی برای بهبود راندمان مزرعه، برای کانال‌های درجه ۳ از نیم لوله استفاده می‌کند، یا برای بهبود راندمان کاربرد، عملیات تسطیح و یکپارچه‌سازی انجام می‌دهد و یا برای افزایش محصول و خروج زه آب‌های آبیاری اقدام به نصب زهکش‌های فرعی و جمع‌کننده می‌نماید. تقریباً تمام فعالیت‌های بهبود مدیریت آب در مزرعه در قالب انجام این سه راهکار افزایش راندمان مزرعه و کاربرد، کاهش شوری و افزایش تولید با انجام عملیات زهکشی است (شکل ۱).

بهره‌وری آب شاخص‌های مناسب‌تری هستند.

لذا راندمان آبیاری وقتی که از مقیاس مزرعه وارد مقیاس‌های شبکه و حوضه آبریز می‌شویم اصولاً تعریف نشده است؛ زیرا در یک حوضه آبریز (به‌خصوص حوضه‌های آبریز بسته^۱) راندمان مصرف آب در حوضه آبریز^۲ می‌تواند ۱۰۰ درصد باشد، حال آنکه راندمان آبیاری مزرعه شاید ۳۰ درصد محاسبه گردد. این امر با توجه به بحث در نظر گرفتن مقیاس برای شاخص بهره‌وری آب صادق است؛ یعنی اگر در دشت‌های یک حوضه آبریز بسته (نظیر حوضه آبریز زاینده-رود) راندمان آبیاری مزارع به‌طور مجزا اندازه‌گیری شود، اعداد راندمان مثلاً ۴۰٪، ۳۵٪، ۱۸٪، ۵۰٪ و ۱۰٪ ممکن است حاصل شود، ولی با توجه به اینکه در این حوضه‌ها بازچرخانی آب وجود دارد و تلفات آب مزارع بالادست در واقع با آب ورودی به مزارع پایین دست تلفیق شده است، هیچ‌گونه آبی در مقیاس بزرگ‌تر تلف نشده و بلکه همه مورد مصرف قرار گرفته و راندمان مصرف آب در این مقیاس (حوضه آبریز) می‌تواند بسیار بالا باشد.

هنگام برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین آب مورد نیاز گیاه، برای حفظ شرایط خاک و پایداری آن بایستی درصدی از آب آبیاری برای شستشوی املاح و آبشویی نمک خاک در نظر گرفته شود. در محاسبه راندمان کاربرد آب در مزارع، حجم آبی که بیشتر از ظرفیت نگهداشت آب در خاک از سوی کشاورزان اعمال شده است، معمولاً جزو تلفات حساب می‌شود. این در حالی است که مقداری از این تلفات صرف آبشویی خاک و حفظ بیلان نمک خاک می‌شود؛ یعنی اگر کسر آبشویی خاک، به‌خصوص در مناطق با آب‌وخاک و شور، منظور شود عملاً بخشی از تلفات آب به‌صورت که به‌صورت نفوذ عمقی اتفاق می‌افتد، کاملاً جزو تلفات نمی‌باشد و راندمان محاسبه‌شده به روشی که کسر آب آبشویی از کل تلفات کسر شود راندمان آبیاری بالاتری را حاصل خواهد نمود. بر اساس نتایج تحقیق انجام‌شده در منطقه اصفهان، با احتساب ضریب آبشویی، راندمان کاربرد آب در مزارع انتخابی حدود ۴۸ درصد بهبود یافته و میانگین این شاخص از ۴۶ درصد (به روش محاسبه با احتساب آب مصرف‌شده برای آبشویی به‌عنوان تلفات) به ۶۸ درصد (با عدم احتساب آبشویی به‌عنوان تلفات) ارتقاء یافته است.

همچنین در خصوص حد افزایش راندمان آبیاری، جدول شماره ۱ دربردارنده نکته خیلی مهمی است که معمولاً در گزارش‌ها برای ارائه مقدار راندمان آبیاری به آن توجه نمی‌شود. راندمان کل خاصیت

ولی در این قسمت هنوز مشکل وجود دارد؛ یعنی آب با فناوری‌های پیشرفته تا سر مزرعه آورده می‌شود و با راندمان کاربرد پائین که ناشی از عدم آموزش کشاورزان و دانش ناکافی آن‌ها به مدیریت صحیح آبیاری است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته تا حدی نیز اخیراً به بهبود راندمان کاربرد در مزرعه تا جایی که نقش کشاورز هنوز نیاز نیست نیز وارد شده‌ایم؛ یعنی برای بهبود و جریان آب در مزرعه برای نیل به راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع بالا، مزرعه را نیز تسطیح و یکپارچه می‌کنیم و شیب مناسبی هم به آن می‌دهیم. ولی از این مرحله به بعد که کشاورزان چه دبی و چه مدت‌زمان آبیاری این آب را در مزرعه استفاده کنند، دستورالعمل و یا راهنمایی برای کشاورزان حتی کارشناسان مناطق نداریم.

به‌عنوان نمونه در آبیاری سطحی چهار عامل یا پارامتر زیر تعیین‌کننده راندمان کاربرد آب است. ۱- ابعاد و مشخصات هندسی مزرعه (طول و عرض و شیب طولی) ۲- دبی ورودی ۳- زمان آبیاری ۴- عمق خالص آبیاری. تعیین عامل چهارم از همه مهم‌تر است.

کاربردها و کارکردهای شاخص راندمان آبیاری

راندمان آبیاری یک شاخص کمی و ریاضی مناسب برای تعیین استفاده مطلوب و کارایی ما از آب در یک سیستم آبیاری و یا اجزای یک شبکه آبیاری می‌باشد. همان‌گونه که قبلاً نیز ذکر گردید، این شاخص اجزای مختلفی دارد (نظیر راندمان توزیع، کاربرد، مصرف و کل). کاربرد این شاخص بیشتر برای سامانه‌های آبیاری (سطحی، تحت فشار) و یا برای یک قطعه مشخص (یک قطعه از طول کانال، واحد آبیاری و غیره) می‌باشد. لذا نتیجه‌گیری‌ها و تصمیمات و اقدامات فنی و اجرایی نیز محدود به همین جزء می‌شود. با بزرگ شدن مقیاس بررسی، عدد راندمان به‌تنهایی گویای چیزی نمی‌باشد، چون در سیستم بازچرخانی آب وجود داشته و وزن عوامل تأثیرگذار یکسان نبوده و از طرفی آن مشخص نمی‌نماید که برای آن قسمت از آبی که از نظر ما هدر رفته و جزء تلفات به حساب آمده چه اتفاقی افتاده است؟

شاخص راندمان آبیاری می‌تواند شاخص خوبی برای مقایسه فنی سامانه‌های آبیاری در مزرعه از لحاظ کارایی آن‌ها در استفاده مؤثر از آب باشد. ولی در خصوص استفاده بهینه از آب در مقیاس‌های فراتر از مزرعه و به‌خصوص برای مدیریت آب در مقیاس حوضه آبریز و یا برای تولید محصول که همانا کارایی مصرف آب است، پاسخگو نمی‌باشد؛ یعنی اگر بخواهیم عوامل کشاورزی، اقلیم، خاک، آب و مقیاس مدیریت آب کشاورزی را وارد مسئله کنیم این شاخص به‌تنهایی پاسخگو نبوده و شاخص‌های کارایی مصرف آب و

^۱- حوضه آبریز بسته به حوضه‌هایی اطلاق می‌گردد که خروجی آنها بسته بوده و مثلاً به آبهای آزاد نظیر دریا، دریاچه راه ندارند و یا به حوضه‌های دیگر آب آن جریان نمی‌یابد و تمامی منابع آب حوضه صرفاً در آن حوضه مصرف می‌شود.

^۲ - Basin efficiency

می‌شود، ناشی از همین عدم تعیین مناسب عمق خالص آبیاری است. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد راندمان کاربرد از تقسیم عمق خالص آب به عمق ناخالص آبیاری محاسبه می‌گردد. عمق ناخالص از حاصل ضرب دبی ورودی آب مزرعه در مدت‌زمان آبیاری محاسبه می‌گردد که حجم آب حاصله تقسیم بر مساحت قسمت آبیاری شده از مزرعه شده و در نهایت عمق ناخالص آبیاری را ارائه می‌دهد. ولی محاسبه عمق خالص آبیاری به پارامترهای خاک منطقه ریشه بستگی دارد و از رابطه‌های زیر به دست می‌آید (روابط ۲ و ۳ و ۴):

$$E_{appt} = \frac{W_{rz}}{W_{fd}} \quad (2)$$

$$W_{rz} = (\theta_{fc} - \theta_i) \times \rho_b \times R_z \times MAD \quad (3)$$

$$W_{fd} = Q \times t \quad (4)$$

که در آن‌ها W_{rz} : عمق (حجم) خالص (net) آبیاری، W_{fd} : عمق (حجم) ناخالص (gross) آبیاری θ_{fc} و θ_i : به ترتیب رطوبت‌های وزنی خاک در حد ظرفیت مزرعه (بعد از آبیاری) و رطوبت اولیه خاک (قبل از آبیاری)، ρ_b : جرم مخصوص ظاهری خاک، R_z : عمق توسعه ریشه گیاه، MAD : کمبود مجاز رطوبت، Q : دبی جریان آبیاری و t : زمان آبیاری. در این شرایط حتی اگر سیستم آبیاری خوب عمل نموده و آب را با ضریب یکنواختی بالایی توزیع نماید، راندمان کاربرد (E_{appt}) می‌تواند پائین بیاید اگر ظرفیت ذخیره خاک و یا عمق توسعه رشد بیش‌ازحد تخمین زده شده باشد. حتی با ارزیابی صحیح ظرفیت نگهداشت آب در خاک و عمق توسعه ریشه، راندمان کاربرد می‌تواند هنوز پائین باشد، اگر نیاز آبی گیاه (ET) بیش از حد تخمین زده شده باشد و مقدار هر آبیاری از مقدار تخلیه رطوبت خاک در دور آبیاری تجاوز نماید. به‌عنوان یک قاعده کلی کم‌آبیاری می‌تواند به بهبود راندمان کاربرد با کاهش و یا حتی حذف آب زهکشی کمک نماید. راندمان کاربرد در صورت وجود نفوذ عمقی و رواناب کاهش می‌یابد.

با توجه به توضیحات فوق مشاهده می‌گردد برای تعیین عمق خالص آبیاری و تعیین دقیق راندمان آبیاری باید ظرفیت نگهداشت آب در خاک را بدانیم، عمق توسعه ریشه را دقیقاً تعیین کرده و وزن مخصوص خاک را بدانیم. همچنین باید کمبود مجاز رطوبت (MAD)، از لحاظ حساس یا غیر حساس بودن گیاه به تنش رطوبتی، ناشی از فواصل (دوره‌های) کوتاه یا بلند آبیاری را تعیین و انتخاب کنیم. MAD معمولاً دور آبیاری را مشخص می‌نماید؛ زیرا دور آبیاری از تقسیم عمق خالص آبیاری بر نیاز آبی محصول به دست می‌آید؛ بنابراین در شرایط یکسان اگر MAD کوچک باشد

ضربی دارد، یعنی مقدار راندمان کل از حاصل ضرب مقادیر چند راندمان جزئی‌تر حاصل می‌شود (رابطه ۱)؛ یعنی چند نسبت درهم ضرب می‌شوند و راندمان کل محاسبه می‌شود. در جدول ۱ مشاهده می‌کنیم راندمان‌های مراحل مختلف حتی مقادیر دامنه کم در ستون شرایط و عملکرد خوب جدول ۱ مقادیر معقولی هستند (۸۰٪ و ۷۵٪ و ۷۰٪)؛ ولی چون این مقادیر درهم ضرب می‌شوند عدد راندمان کل کوچکی (۴۲٪) حاصل شده است. هنگامی مقدار راندمان کل می‌تواند بالا رود که تقریباً تمام راندمان‌ها در حالت خیلی بالا باشند (چیزی حدود ۹۰ درصد به بالا). این عملاً در شرایط کشور ما و با فناوری‌هایی که داریم غیرممکن است؛ و شاید یکی از علت‌هایی که سال‌ها است، راندمان کل آبیاری در کشور ۳۷٪، ۳۸٪، ۴۰٪ و اخیراً ۴۵٪ نیز گزارش شده است و نمی‌توانیم از این مقدار بالاتر رویم، علتش همین است؛ یعنی علت خاصیت ضریبی راندمان است؛ بنابراین شاید ما به‌جای آنکه خیلی به راندمان کل توجه کنیم باید به اجزای راندمان بپردازیم و تکیه کنیم؛ یعنی ببینیم چگونه می‌توانیم راندمان‌های انتقال، مزرعه و کاربرد را تا حد مناسبی بهبود ببخشیم. فائو (FAO) هم در گزارش‌های خود به این مسئله اشاره کرده است که افزایش چشمگیر در راندمان کل کار بسیار مشکلی است. درحالی‌که در اسناد و برنامه‌های توسعه کشور (نظیر برنامه پنجم) پیشنهاد می‌گردد که باید سالی ۱٪ (یک واحد) به‌قدر مطلق مقدار راندمان کل آبیاری اضافه شود (مثلاً راندمان از ۳۵٪ برسد به ۴۰٪) (۲/۶ درصد افزایش سالانه و یا حدود ۱۴ درصد افزایش در کل برنامه) که کار بسیار مشکلی است؛ یعنی اگر بخواهیم راندمان کل را بالا ببریم که شاید صلاح نیز نباشد که خیلی نیز بالا رود، کار سنگینی باید انجام شود.

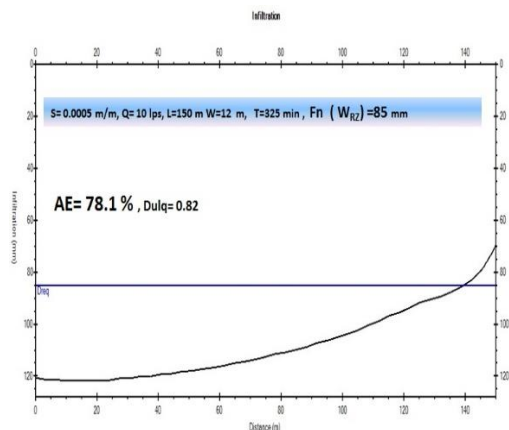
مشکلات و نواقص در محاسبه و گزارش نمودن ارقام راندمان آبیاری

امروزه مقادیر و اختلافاتی که در گزارش‌های برای راندمان کاربرد آب در مزرعه مشاهده می‌گردد و اعداد غیر معتبری نیز ارائه

^۱ به عنوان نمونه در ماده ۱۴۳ قانون برنامه پنجم توسعه کشور اظهار شده است که "به منظور حفظ ظرفیت تولید و نیل به خودکفایی در تولید محصولات اساسی کشاورزی و دامی از جمله گندم، جو، ذرت، برنج، دانه‌های روغنی، چغندر قند و نیشکر، گوشت سفید، گوشت قرمز، شیر و تخم‌مرغ، اصلاح الگوی مصرف براساس استانداردهای تغذیه، گسترش کشاورزی صنعتی و دانش بیان، فراهم نمودن زیرساخت‌های امنیت غذایی و ارتقاء ارزش افزوده بخش کشاورزی بر مبنای ملاحظات توسعه پایدار سالانه به میزان هفت درصد (۷٪) نسبت به سال ۱۳۸۸ در طول برنامه اقدامات زیر انجام می‌شود: الف) ارتقاء راندمان آبیاری بخش به حداقل چهار درصد (۴۰٪) در سال آخر برنامه از طریق اجرای عملیات زیربنایی آب و خاک از جمله طرح‌های تجهیز و نوسازی، توسعه شبکه‌ها، زهکشها و روشهای نوین آبیاری و اجرای عملیات به زراعی و به نژادی.

ج) ارتقاء شاخص بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش تولید محصول به ازاء واحد حجم آب مصرفی

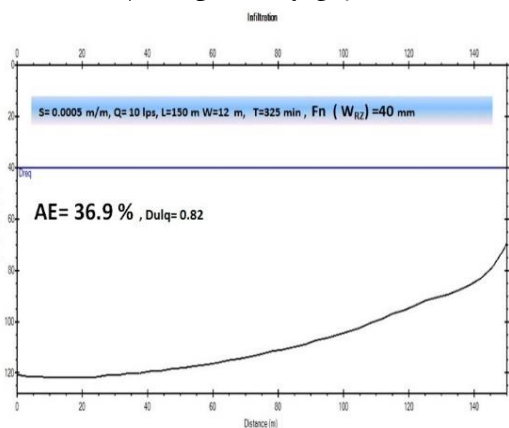
(S): شیب طولی مزرعه، Q: دبی جریان آبیاری، L: طول نوار آبیاری،
W: عرض نوار، T: زمان آبیاری)



شکل ۳ - نمودار نیمرخ نفوذ آب در خاک در طول نوار آبیاری

(Fn: عمق خالص آبیاری انتخابی ۸۵ میلی‌متر)

(S): شیب طولی مزرعه، Q: دبی جریان آبیاری، L: طول نوار آبیاری،
W: عرض نوار، T: زمان آبیاری)



شکل ۴ - نمودار نیمرخ نفوذ آب در خاک در طول نوار آبیاری

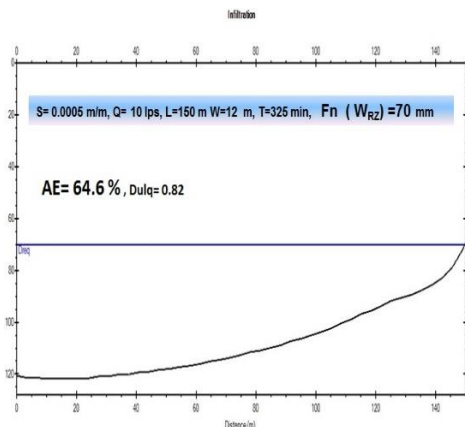
(Fn: عمق خالص آبیاری انتخابی ۴۰ میلی‌متر)

(S): شیب طولی مزرعه، Q: دبی جریان آبیاری، L: طول نوار آبیاری،
W: عرض نوار، T: زمان آبیاری)

این نمودار نشان می‌دهد که راندمان آبیاری چقدر متأثر از موقعیت خط عمق خالص آبیاری (Dreq) است؛ یعنی عددی که ما برای راندمان کاربرد آب گزارش می‌کنیم مرتبط با خط Dreq است؛ یعنی یک آبیاری اتفاق افتاد و با توجه به دبی و زمان آبیاری عمق ناخالص آبیاری به دست آمده است و قابل تغییر نیست. ولی با انتخاب مقادیر مختلف Dreq راندمان‌های کاربرد متفاوتی قابل محاسبه و گزارش است. شکل ۲ بیانگر آبیاری در مزرعه‌ای است که شیب زمین در جهت آبیاری ۰/۵ در هزار، دبی آبیاری ۱۰ لیتر در ثانیه،

دور کوتاه شده و اگر بزرگ‌تر انتخاب شود دور آبیاری بلندتر خواهد بود. یعنی اگر هرکدام از این عوامل فوق درست تشخیص داده نشده باشد، یا خاک را پر-آبیاری کرده‌ایم و یا کم-آبیاری که هر دو حالت مضر و نامطلوب است؛ یعنی اگر ظرفیت نگهداشت آب در خاک (water holding capacity) در منطقه توسعه ریشه زیاد برآورد شده باشد ممکن است آب در خاک کاملاً ذخیره نشود و به صورت تلفات نفوذ عمقی از منطقه توسعه ریشه خارج شود. یا اگر عمق توسعه ریشه زیاد از حد تشخیص داده شده باشد آب خارج شده از منطقه توسعه واقعی ریشه مجدداً تلفات نفوذ عمقی محسوب می‌شود؛ یعنی ما در طراحی معمولاً اوج مصرف و مرحله تکامل گیاه که عمق ریشه به حداکثر خود می‌رسد را معیار قرار می‌دهیم، درحالی‌که در آبیاری‌های اول و دوم به خصوص پس از کشت بذر و در آبیاری اول عمق توسعه ریشه بسیار کم ولی ما به ناچار باید مقدار آب زیادی بدهیم و در نتیجه بیشتر حجم آب کاربردی به صورت تلفات نفوذ عمقی هدر می‌رود. در شکل‌های ۲ الی ۴ این وضعیت به صورت نموداری به خوبی نمایش داده شده است (حیدری، ۱۳۹۴).

در شکل‌های ۲ الی ۴ پروفیل نفوذ آب در خاک توسط یک مدل کامپیوتری شبیه‌سازی شده است. شکل ۲ مزرعه به طول ۱۵۰ متر را نشان می‌دهد (محور افقی) و محور عمودی بیانگر نفوذ آب در خاک است. نیمرخ از نفوذ آب در خاک که مثلاً در روش‌های آبیاری سطحی (در اینجا آبیاری نواری) مشاهده می‌گردد یک چنین شکلی است. خط افقی بالای محور افقی خطی است که بیانگر میزان عمق خالص آبیاری بوده که ما می‌خواستیم در طول مزرعه و در عمق توسعه ریشه آن را نفوذ دهیم. در اینجا به فرض ما می‌خواستیم ۷۰ mm آب در خاک نفوذ دهیم ولی با احتساب زمان پیشروی آب تا انتهای مزرعه عملاً عمق آب بیشتری (۱۲۰ mm) در ابتدای مزرعه نفوذ می‌نماید.



شکل ۲ - نمودار نیمرخ نفوذ آب در خاک در طول نوار آبیاری

(Fn: عمق خالص آبیاری انتخابی ۷۰ میلی‌متر)

صورت عدم برآورد مناسب، ارقام گزارش شده برای راندمان آبیاری حتی برای یک قطعه زمین معین و مدیریت آبیاری یکسان می‌تواند اختلاف زیادی با هم داشته باشند. بر این اساس عملاً راندمان آبیاری یک قطعه زمین معین به تناسب مرحله رشد محصول (به‌خصوص در آبیاری‌های اول) تغییرات زیادی خواهد داشت و باید در گزارش‌ها معین گردد که راندمان کدام مرحله آبیاری اندازه‌گیری و گزارش شده است.

مشکلات و ایرادات کاربرد مفهوم راندمان آبیاری برای

حسابداری آب

بهر حال با همه این تغییرات مفهوم اولیه و اساسی ارائه شده توسط Israelesen تقریباً پابرجا باقی ماند؛ و از آنجا دانستن میزان تلفات توزیع و کاربرد آب‌داده اساسی برای طراحان سیستم آبیاری بود. این نوع حسابداری آب برای مقاصد مهندسی کافی و مناسب می‌نمود. در این نگرش راندمان آبیاری بیشتر دربردارنده آن بود که سهم زیادی از آب تأمین شده در بالادست شبکه آبیاری به‌طور مناسبی برای استفاده گیاه و تبخیر و تعرق موردنیاز گیاه مورد استفاده قرار گرفته است؛ یعنی:

- شاخص راندمان کاربرد آب، صرفاً برای نشان دادن عملکرد یک آبیاری در مزرعه می‌باشد. ما می‌خواستیم آبی را در منطقه توسعه ریشه نفوذ دهیم و این شاخص نشان می‌دهد با چه راندمانی این عمل را ما انجام داده‌ایم.

- در شاخص راندمان آبیاری تلفات آب قابل‌برگشت در نظر گرفته نمی‌شود.

یعنی راندمان آبیاری شاخصی محلی و موضوعی است؛ که بیان می‌دارد که راندمان کاربرد آب در منطقه ریشه مزرعه‌ای معین این مقدار است و کاری ندارد که این تلفات به‌صورت رواناب وارد مزرعه کشاورز دیگری شده و در پائین‌دست مورد استفاده قرار گرفته و یا به‌صورت نفوذ عمقی در تغذیه سفره آب زیرزمینی مشارکت داشته است.

- راندمان آبیاری شاخص خوبی برای مقایسه فنی سامانه‌های مختلف آبیاری در مزرعه است (مثلاً مقایسه سامانه‌های آبیاری سطحی با تحت فشار و یا مقایسه خود سامانه‌های تحت فشار با یکدیگر (نظر مقایسه سامانه‌های بارانی با قطره‌ای و غیره))

- شاخص راندمان آبیاری منعکس‌کننده بهره‌وری نیست، چون مسائل مربوط به تولید را در برنمی‌گیرد؛ یعنی ممکن است راندمان آبیاری مزرعه‌ای خوب باشد ولی عملکرد محصول پائین باشد، یا به‌عکس راندمان آبیاری پائین باشد ولی عملکرد محصول نسبتاً

عرض نوار آبیاری ۱۲ متر و مدت‌زمان آبیاری ۳۲۵ دقیقه بوده است. برای این آبیاری عمق خالص آبیاری $F_n = 70\text{mm}$ انتخاب شده و به دنبال آن راندمان کاربرد آب و ضریب یکنواختی توزیع ربع پائین به ترتیب برابر $6/64\%$ و $1/82$ حاصل گردیده است. اگر در همین شرایط آبیاری قبلی عمق خالص آبیاری (Fn) برابر ۸۵ میلی‌متر گرفته شود. خط Dreq پائین تر می‌آید (شکل ۳) و مقداری از آب کاربردی در حالت قبل جزء تلفات محسوب می‌شود. این بار این آب به‌عنوان آب ذخیره‌شده در منطقه ریشه محسوب شده و مصرف مفید به حساب می‌آید؛ بنابراین راندمان کاربرد در این شرایط قاعدتاً باید بالا رود و به عدد $1/78$ درصد می‌رسد. حالت برعکس آن است که عمق خالص آبیاری کمتر از حالت اول یعنی برابر $F_n = 40\text{mm}$ میلی‌متر و با همان سایر شرایط ابعاد، دبی و شیب و غیره منظور شود (شکل ۴)؛ یعنی نیاز آبیاری گیاه کم دیده شود؛ بنابراین بیشتر عمق آبی کاربردی، جزء تلفات محسوب شده و در این شرایط راندمان خیلی پائین می‌آید و به عدد $9/36\%$ می‌رسیم.

بنابراین می‌بینیم که انتخاب عمق خالص آبیاری (که متناسب با عمق توسعه ریشه نیز می‌باشد) چقدر روی عدد گزارش شده برای راندمان تأثیرگذار است و برای یک شرایط معین یک رخداد آبیاری، راندمان کاربرد بسته به انتخاب عمق‌های خالص آبیاری مختلف می‌توانند از حدود ۳۷ درصد تا ۷۸ درصد (حدود ۲ برابر) متغیر باشد. شبیه این حالت برای بحث منظور نمودن عمق آب آیشویی برای محاسبه راندمان کاربرد نیز مصداق دارد؛ یعنی اگر در شرایط شوری آب‌وخاک، عمق آب که در محاسبه کسر آیشویی به دست می‌آید به عمق خالص آبیاری (برای شرایط بدون محدودیت شوری آب‌وخاک) اضافه شود، راندمان آبیاری بالاتری به دست می‌آید. به‌عبارت‌دیگر آب اضافه‌شده برای آیشویی املاح جزء تلفات به حساب نیامده و راندمان کاربرد حاصله بالاتر از شرایطی است که این مقدار آب را تلفات فرض می‌نماییم. این امر را به این نکته‌ی مهم رهنمود می‌سازد که در بسیاری از نقاط کشور که دارای شرایط آب‌وخاک شور هستند، مقدار راندمان کاربرد با عدم فرض درصدی از آب نفوذ عمقی نموده به‌عنوان تلفات، راندمان کاربرد عملاً بالاتر از راندمان‌های محاسبه‌شده (به روش کلاسیک) و گزارش شده برای این مناطق است. به‌عنوان نمونه یک مطالعه در منطقه اصفهان نشان داد که به‌طور متوسط مقدار راندمان کاربرد واقعی در این مناطق حدود 20% بالاتر از مقدار محاسبه و گزارش شده به روش‌های کلاسیک (بدون احتساب آب آیشویی) می‌باشد.

بنابراین در ارزیابی راندمان‌های آبیاری معیارهای انتخاب‌شده برای تعیین عمق خالص آبیاری (Wtz) اهمیت زیادی دارد و در

خوب باشد، یعنی کشاورز آب زیادی برای تولید محصول استفاده کرده باشد.

در مجموع شاخص راندمان آبیاری گویای استفاده بهینه از آب برای تولید محصول نیست؛ زیرا در تولید و عملکرد محصول عوامل کشاورزی، اقلیم، خاک، آب و مدیریت‌های زراعی دخیل هستند که در این شرایط این شاخص دیگر کاربردی ندارد.

برای رفع خلأها و کاستی‌های شاخص راندمان آبیاری، به‌خصوص در بحث کلان مدیریت آب، اصلاحات و یا بدعت‌های جدیدی از سوی بعضی از اعضای جامعه علمی جهان ارائه شده است و ترم‌های جدید زیر ارائه شده‌اند که به پیچیدگی مسئله افزوده‌اند از جمله:

- **راندمان آبیاری مؤثر (Effective irrigation efficiency)**

- **راندمان مدیریت (Irrigation sagacity)**

که این واژه چند وقتی است که در جامعه علمی کشور ما (به‌خصوص در دستگاه‌های دولتی مرتبط با مدیریت آب و خاک) مطرح شده است. مبنای ارائه این واژه آن است که می‌گوید تلفاتی آبی که ما در مزرعه داریم ناشی از مدیریت است؛ یعنی مدیریتی که این آب را به‌کار برده است؛ و این بحث جدیدی نیست و مسائل مدیریتی خودش را در همان فرمول اجزاء راندمان کل نشان می‌دهد؛ یعنی اگر به‌عنوان نمونه عمق خالص آبیاری برای مزرعه درست تشخیص داده نمی‌شود، یا حد مجاز نقصان رطوبت خاک (MAD) را درست تعیین نمی‌کنیم و تشخیص نمی‌دهیم، این ناشی از ضعف مدیریت آب در مزرعه است.

- **راندمان آبیاری در حوضه آبریز (Basin efficiency)**

برای استفاده از شاخص راندمان آبیاری در مقیاس حوضه آبریز، واژه راندمان آبیاری در حوضه آبریز را مطرح کرده‌اند که با مفهوم اصلی راندمان مصرف آب در حوضه آبریز (Basin efficiency) تفاوت ماهوی دارد. اصولاً واژه راندمان آبیاری در حوضه آبریز معنی ندارد. در یک حوضه آبریز آب گردش دارد و مکرراً مورد استفاده قرار می‌گیرد، بین آب‌های سطحی و زیرزمینی تبادل وجود دارد و لذا واژه راندمان آبیاری در حوضه آبریز کاربرد ندارد. در یک حوضه آبریز راندمان مصرف آب (نه راندمان آبیاری حوضه آبریز) ممکن است خیلی بالا باشد. ولی اگر راندمان آبیاری مزارع به‌صورت نقطه‌ای اندازه‌گیری شود ممکن است راندمان آبیاری نقاط اندازه‌گیری شده نسبتاً پائین باشد. نمونه آن در حوضه آبریز زاینده‌رود می‌باشد. در این حوضه آبریز آب با راندمان بالا مصرف می‌شود ولی ممکن است که کشاورزان مناطق مختلف حوضه به‌صورت محلی و

نقطه‌ای آب را در خاک با راندمان پائینی به کار ببرند.

در راندمان مصرف، مصرف مکانی - افقی آب در سطح حوضه آبریز معیار اندازه‌گیری است ولی در راندمان آبیاری مصرف محلی - عمودی آب در عمق توسعه ریشه معیار اندازه‌گیری است که این دو کاملاً از نظر ماهوی متفاوت هستند.

لذا اگر جمع‌بندی بخواهیم انجام دهیم باید اذعان شود نگرش کلاسیک به راندمان آبیاری در حل مسائل کلان مدیریت آب امروزه در جهان کمرنگ شده است. علیرغم آنکه هنوز در سطح مزرعه و برای نشان دادن عملکرد کشاورزان در یک آبیاری کارا هنوز جایگاه خود را دارد و باید نیز داشته باشد. ولی در حل مسائل آب در حوضه آبریز و مسائل کلان آب کشور بحث حسابداری آب (Water Accounting) بیشتر مطرح است و نگاه نئوکلاسیک باید بر مبحث راندمان آبیاری داشت.

روش حسابداری آب مبتنی بر بیان آب می‌گوید که در یک گره معین در شبکه هیدرولوژیک، وقتی به معنای واقعی در مصرف آب صرفه‌جویی شده است که ورودی و خروجی را بدانیم و بتوانیم تلفات غیر متمر (آبی که تبخیر شده و یا به‌صورت غیرقابل برگشت هدر رفته است) را از آن کسر نموده و آب باقیمانده (صرفه‌جویی شده) را محاسبه کنیم؛ بنابراین در نگرش کلاسیک راندمان آبیاری به بحث مدیریت آب:

راندمان آبیاری بیشتر بیانگر تلفات کمتر می‌باشد.

تلفات آب یک تلفات غیرقابل برگشت منابع آب می‌باشد.

کاهش تلفات به این معنی می‌باشد که آب بیشتری صرفه‌جویی شده که می‌تواند برای سایر مصارف مورد استفاده قرار گیرد.

و به‌طور ضمنی این مفهوم را می‌رساند که راندمان بیشتر چیز مطلوبی است!

ولی واقعیت این‌طور نیست و در مقیاس حوضه آبریز آب قابل‌برگشت زیادی وجود دارد که از همین تلفات آب ناشی شده است. البته باید این نکته را نیز از نظر دور نداشت که در آب برگشتی ناشی از تلفات، کاهش کیفیت آب (شوری، آلودگی و غیره) را داریم که به‌خصوص در مناطقی نظیر خوزستان مطلوب نیست. همچنین هزینه‌های تلفات انرژی نیز وجود دارد؛ یعنی این قابل‌قبول نیست که آبی که با هزینه زیاد پمپاژ می‌شود را بگذاریم تلف شود. صرف اینکه آن مجدداً در حوضه آبریز در چرخه آب بازیافت می‌شود؛ یعنی اهمیت و مزیت نسبی استفاده مجدد از تلفات آب در بازیافت تلفات ناخواسته است نه تلفات ناشی از ضعف مدیریت!

بهر حال با توجه به مباحث فوق، اگر بخواهیم صرفاً به بحث مصرف آب و تلفات و هدر رفت فیزیکی (نه شیمیایی آب که

شدند و دربردارنده مفاهیم و توصیه‌های زیر هستند:

- توصیه می‌نماید تمرکز و توجه بیشتری داشته باشیم که چه چیز واقعاً تلفات است (تلفات غیرمفید) و جزء غیرقابل استفاده مجدد است.

- آن‌ها همچنین این نکته را نمایان می‌سازد که توجه زیادی به نسبت‌های قابل‌برگشت (Recoverable) و کسر مصرف نشده (Non consumed) داشته باشیم.

به‌عنوان نمونه در مناطق با اقلیم دارای باران موسمی، کسر (Fraction)، آب مصرف نشده (Non consumed) ولی قابل‌برگشت (Recoverable) که در تغذیه سفره آب زیرزمینی در فصل بارندگی مؤثر است، پایه یک سیستم مناسب و پر تولید کشاورزی آبی با آب زیرزمینی را در فصل خشک فراهم می‌نماید. لذا بهبود راندمان آبیاری با مفهوم کلاسیک اولیه در زمان فصل بارانی اثرات نامطلوب بر کشاورزی آب مبتنی بر چاه در مقیاس منطقه‌ای می‌گذارد. لذا وقتی که سرمایه‌گذاری‌هایی برای افزایش راندمان آبیاری (با مفهوم کلاسیک) پیشنهاد می‌گردد، آن ضروری است که بدانیم آیا تلفات که هدف ما آن است که کاهش یابد، در حقیقت تلفات واقعی بوده است یا خیر؟

مطلب فوق بیانگر آن هستند که از این میزان آب مصرف‌شده یک نسبت یا درصدی از آن برای مقاصدی که می‌خواستیم (تبخیر و تعرق گیاه یا نیاز زیست‌محیطی) واقعاً مصرف‌شده و تبخیر شده است. این مصرف مفید است (Beneficial use). درصد دیگر از آب مصرف‌شده غیر مثمر (Non-beneficial)؛ مانند مصرف آب توسط پوشش‌های گیاهی و علف‌های هرز در کانال‌های انتقال آب، یا آبی که در دوران آیش زمین به سطح خاک رسیده و تبخیر شده و به اتمسفر بازمی‌گردد. تمامی این‌ها مصرف هستند (Consumed) و از نوع تبخیر و بازگشت به اتمسفر هستند (چه مفید و چه غیرمفید). حالت دوم درصدی است که مصرف نشده است یعنی درست است که مقداری از آب تلف‌شده است ولی آن به شکل تبخیر و تعرق و بازگشت به اتمسفر مورد مصرف قرار نگرفته است (Non-consumed). از این مقدار آب مصرف نشده باز درصدی قابل‌برگشت و بازیافت است (Recoverable)، مانند جریان‌های آب زهکشی که مجدداً وارد رودخانه می‌شوند و مجدداً در پائین است استفاده می‌شوند و یا وارد آبخوان‌ها می‌شوند و به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی کمک می‌کند؛ و یکسری از آب‌های مصرف نشده هستند که قابل‌برگشت و بازیافت نمی‌باشند. (Non-recoverable)، مانند آبی که وارد سفره‌های آب زیرزمینی شور می‌شود و یا مانند جریان‌های زهکشی که مستقیماً به دریاها می‌ریزند. این‌ها موارد از

منظورمان تغییر کیفیت آب است) توجه کنیم، در نگرش وسیع و بزرگ‌مقیاس مدیریت آب در اینجا عملاً آبی تلف نشده است.

امروزه ترم‌ها و نگرش‌های جدیدی به بحث مدیریت آب وارد شده است و بیلان هیدرولوژیک و نظام حسابداری آب (Water Accounting) ملاک تفسیرها و اقدامات صرفه‌جویی آب قرار گرفته است؛ یعنی دیگر آن نگاه مهندس آبیاری به بحث مدیریت آب که صرفاً یک مزرعه را می‌بیند که راندمان آن خوب است و از روی آن قضاوت می‌نماید که آب در کشور دارد خوب مصرف می‌شود کم‌رنگ شده است. این نگرش قدیمی در سال‌های اخیر به حدی خطرناک شده بود که ادعا می‌شد با افزایش راندمان آبیاری در مزارع کشور به اندازه حجم ذخیره شد ۲ الی ۳ سد بزرگ در کشور آب صرفه‌جویی خواهد شد. البته این موضوع شرط اولیه و شرط لازم هست ولی شرط کافی نیست؛ یعنی اگر حتی جلوی تلفات آب را بگیریم تضمینی وجود ندارد که قدر مطلق آب (به‌خصوص در آبخوان‌ها) صرفه‌جویی شود، چون ممکن است آب صرفه‌جویی شده صرف افزایش سطح زیر کشت شود.

امروزه در خصوص نگرش جدید به بحث مدیریت آب، اصطلاحات و مفاهیم جدیدی به عرصه وارد شده‌اند؛ یعنی پس از تعریف ICID از راندمان آبیاری، تغییرات زیادی در این مفهوم در سال‌های بعد به عمل آمد و اصطلاحات و مفاهیم جدید نظیر موارد زیر وارد این حوزه شدند:

The consumed fraction
Beneficial consumption

برای مصرف موردنظر (محصول) و سایر مصارف مفید نظیر مقاصد زیست‌محیطی

Non beneficial consumption

نظیر مصرف آب توسط علف‌های هرز و یا آب تبخیر شده ناشی از صعود موئینگی آب به بالا در شرایط زمین‌های آیش و لخت

The non-consumed fraction
Recoverable flows

شامل جریان‌های قابل‌برگشت نظیر آب‌های جریان یافته به زهکش‌ها که در نهایت به رودخانه بازمی‌گردند و در پایین‌دست به‌صورت پتانسیل می‌توانند مورد استفاده واقع شوند و جریان‌هایی که به اعماق و در آبخوان‌ها نفوذ می‌نمایند.

Non recoverable flows

شامل آب‌های نفوذی به سفره‌های آب شور، جریان‌های ورودی به زهکش‌هایی که در پائین‌دست امکان استفاده از آب آن‌ها نیست و یا مجاری آب و زهکش‌هایی طبیعی که مستقیماً به دریا می‌ریزند. در مجموع این نگرش‌های جدید به مفهوم اولیه راندمان آبیاری که توسط Israelsen ارائه گردید، به مبحث راندمان آبیاری اضافه

مشکل فقط مخصوص این واژه نیست و در بسیاری از سندهای توسعه تدوین شده در کشور شناخت و تعریف درستی از واژه‌های به‌کاربرده در متون این اسناد نداریم. مشکل دوم آن است که سند تنظیمی و استراتژی تدوین شده معلوم نیست بر مبنای چه داده و اطلاعات پایه قرار دارد تا به اعداد و ارقام هدف بعداً نائل شد. لذا وقتی اسناد بالادستی ملاحظه و مطالعه می‌شود، مشاهده می‌گردد یک مقداری از آن‌ها ذهنیت‌هایی است که تصور شده است که وجود دارد و برای آن ذهنیت‌ها اقداماتی هم انجام شده و در دست انجام است (انصاری، ۱۳۹۴).

در حوزه مدیریت آبیاری، به‌عنوان نمونه همیشه این بحث وجود دارد که با فرض راندمان کل آبیاری فعلی کشور برابر ۴۵٪، مقدار این راندمان پائین است و به‌عبارت‌دیگر ۵۵٪ آن در مراحل مختلف انتقال، توزیع و کاربرد تلف می‌گردد. لذا از منابع آب کشور استفاده مؤثری به عمل نمی‌آید و اگر همه این مقدار تلفات کاهش یابد و مصرف شود، بلافاصله به میزان حدود ۲ برابر آب بیشتر در اختیارداریم و لذا با احتساب این آب اضافی سطح زیر کشت را افزایش دهیم و در کشور نیز همین گسترش سطح زیر کشت و یا توسعه محصولات پرمصرف از نظر آب انجام شده است. ولی این واقعیت مجازی از همان تعریف و نگاه اشتباه (نگاه کلاسیک) به راندمان آبیاری برمی‌خیزد. در نگاه غیر کلاسیک به راندمان آبیاری، این مقدار هدر رفت آب، واقعاً هدر رفت نیست. ضمن این‌که این هدر رفت‌ها اصلاً منابع آب جدیدی نیستند. این آب در حوضه آبریز وجود داشته، دارد و وجود خواهد داشت. اصلاً منبع آب جدیدی نیست که گفته شود هدر رفته و برنامه‌ریزی جدیدی بشود و توسعه را (از طریق افزایش سطح زیر کشت، تغییر الگوی کشت و کشت محصولات پرمصرف از نظر آب، افزایش صادرات محصولات کشاورزی (به بهانه ورود ارز)، تبدیل اراضی دیم به فاریاب، پافشاری و اصرار بر سیاست‌های خودکفایی و خوداتکایی و امثالهم) شدت دهیم.

حالا وقتی که این‌همه هدر رفت را افت در نظر بگیریم، این موضوع خود را در انتخاب سامانه‌های آبیاری نشان داده و نقش بازی می‌نماید. با نگاهی به سامانه‌های آبیاری در جهان و ایران مشاهده می‌گردد که راندمان این سامانه‌ها در شرایط کشاورزان پائین بوده (مثلاً حدود ۳۰٪) و هدر رفت آن‌ها (با نگاه کلاسیک) بالا است، لذا برنامه‌ریزی می‌گردد با تغییر سیستم و با فرض اینکه راندمان آبیاری سامانه‌های تحت فشار بالا هستند، این راندمان ۳۰٪ را مثلاً ۷۰٪ رسانده و از این طریق کلی آب ذخیره شده و بتوان سطح زیر کشت را توسعه داد؛ و لذا توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار برای حل

آب‌های مصرف نشده و قابل بازیافت و غیرقابل بازیافت هستند که در چرخه هیدرولوژی و حوضه آبریز اتفاق می‌افتد.

بحث‌هایی که ارائه شد، بحث‌های کارشناسی و مدیریتی هستند تا دید جامعی ارائه بدهد تا سرمایه‌گذاری‌ها برای صرفه‌جویی آب هدفمند شوند و صرفاً نگاه به افزایش راندمان آبیاری و حذف تلفات بدون بصیرت هدف نباشد. به‌عنوان نمونه امروزه در کشور تمرکز زیادی برای انتقال آب با لوله به‌جای کانال‌ها شده است که البته کار خوب و مفیدی است، به‌شرط آنکه هزینه‌ها و سایر مسائل فنی آن کمتر از روش انتقال با کانال روباز باشد. ولی واقعاً با توجه به نقش و اهمیت صرفه‌جویی‌های آب، در مسیر انتقال چقدر آب می‌توان صرفه‌جویی نمود؛ یعنی راندمان انتقال را که نقش زیادی در افزایش راندمان کل ندارد چند درصد افزایش داده‌ایم، درحالی‌که بیشترین تلفات آب در مرحله کاربرد آب در مزرعه (راندمان کاربرد) اتفاق می‌افتد؛ یعنی حجم عظیمی از آب در مزرعه استفاده می‌شود و بیشترین تلفات آب نیز در مزرعه اتفاق می‌افتد؛ که اگر برای افزایش راندمان در این مرحله که کار خیلی دشواری نیز هست، تمرکز شود سرمایه‌گذاری‌های ما برای صرفه‌جویی آب هدفمندتر و بهینه‌تر خواهد بود.

مسائل کاربرد مفهوم راندمان آبیاری در سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌سازی‌های کشور

اگر آسیب‌شناسی در خصوص بحران آب و وضعیت نامناسب مدیریت منابع آب در کشور انجام شود، یکی از دلایل اصلی بروز این وضعیت فرایند توسعه و نیاز به مواد غذایی بیشتر بوده است. به دنبال فرایند توسعه، در سال‌های اخیر یکسری اقدامات از ابعاد سازه‌ای و غیر سازه‌ای در دستور کار کشور قرار گرفته است. اقدامات غیر سازه‌ای و مدیریتی، صرف‌نظر از کمیت و کیفیت آن‌ها، در مجموع به قوانینی نیز منتهی شده‌اند. به‌عنوان نمونه یکی از اقدامات غیر سازه‌ای که هم در وزارت نیرو و هم وزارت جهاد کشاورزی در دستور کار قرار گرفته، افزایش راندمان آبیاری بوده است. خیلی روی آن بحث و مانور و سرمایه‌گذاری زیادی انجام و سندهای مختلف توسعه‌ای هم در بخش کشاورزی (وزارت جهاد کشاورزی) و هم آب (وزارت نیرو) برای آن تعریف و تدوین شده است. ولی نتیجه همه این اقدامات اثرگذاری لازم را نداشته و هنوز برای تولید غذای جامعه به آب بیشتر نیازمندیم و این در حالی است که منابع آب از نظر کمی و کیفی دچار زوال و تخریب شده و شرایط توسعه پایدار مهیا نیست. شاید دلیل آن برمی‌گردد به تعاریفی که برای اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای داشته‌ایم. در حوزه غیر سازه‌ای و در بحث افزایش راندمان آبیاری مشکل مهم، تعریف و مفهوم واژه راندمان آبیاری است. این

کشور دنبال توسعه آن است، هدر رفت های غیرقابل اجتناب زیادی وجود دارد (نظیر تبخیر از سطح پوشش گیاهی و خاک، تلفات باد بردگی و ...) که نمی توان جلوی آن ها را گرفت.

در صورتی که در سامانه های آبیاری سطحی هدر رفت های قابل اجتناب زیادی داریم (نظیر رواناب انتهایی، نفوذ عمقی و نشت از کانال ها) که می توان جلوی همه آن ها را گرفت. از طرفی توسعه سامانه های تحت فشار (به خصوص از نوع خرد آبیاری (میکرو))، پایداری در رشد و تولید محصولات کشاورزی از دیدگاه بلندمدت را نیز از لحاظ تجمع نمک در خاک دچار چالش های جدی می نماید؛ یعنی در مجموع شرایطی را به وجود می آورد که نه پایداری تولید محصولات کشاورزی به وقوع می پیوندد نه پایداری در برداشت از منابع آب! پس سؤال این است چرا مبنای توسعه بر اساس توسعه روش های آبیاری تحت فشار قرار گرفته است؟ چرا وقتی صحبت از توسعه در بخش کشاورزی می شود، فقط ذکر می شود با استفاده از سامانه های آبیاری تحت فشار؟! این موضوع ما را به این مسئله رهنمون می سازد که مینا قرار گرفتن بحث افزایش راندمان آبیاری برای صرفه جویی آب و حل بحران آب کشور گمراه کننده است و صرفاً نباید خیلی روی آن اتکا نموده و مانور نمود.

در نگاه جدید (نئو کلاسیک) به راندمان آبیاری که تلفات قابل اجتناب را قابل بازیافت می داند، لذا در شرایط موجود عملاً «راندمان مصرف» از نظر مقداری در مقیاس حوزه آبریز بالاست و نیازی به سرمایه گذاری زیاد برای افزایش "راندمان آبیاری" با هدف افزایش راندمان مصرف (صرفه جویی آب) در کشور، به آن صورتی که در اسناد بالادستی ذکر شده لازم نیست و شاید اگر در ابتدا نگاه به این نگاه نئوکلاسیک در سامانه های آبیاری و یا سیستم های توسعه ای قرار می گرفت، امروز نتایج دیگری حاصل می شد.

بحث و نتیجه گیری

راندمان آبیاری یکی از شاخص های استفاده بهینه از آب می باشد که امروزه متأسفانه مانور زیادی بر روی آن شده و بدون توجه به مفهوم، کاربری و حوزه کارکردی، آن وارد بحث ها و سیاست های کلان آب کشور شده و به تبع آن سرمایه گذاری زیادی بر روی آن از جنبه های اندازه گیری این شاخص در سطح کشور و توسعه سامانه های آبیاری تحت فشار با فرض افزایش راندمان، قرار است انجام شود.

راندمان آبیاری شاخصی محلی و موضعی است؛ یعنی بیان می دارد که راندمان کاربرد آب در منطقه ریشه مزرعه ای معین این مقدار است و کاری ندارد که این تلفات به صورت رواناب وارد مزرعه

بحران آب در دستور کار سیاست گذاری و برنامه ریزی آب و خاک کشور قرار می گیرد! اما واقعیت آن است که وقتی به مراجع علمی رجوع می شود، برخی از مراجع ذکر می نمایند که تفاوتی بین سامانه های مختلف آبیاری وجود ندارد؛ یعنی همه سامانه های آبیاری مختلف، می توانند راندمان های آبیاری قابل دستیابی بالایی داشته باشند؛ و مقدار راندمان آبیاری هیچ ربطی به سیستم آبیاری ندارد و در هر سامانه ای حتی با همان نگاه کلاسیک اگر بتوانیم همه تلفات را حذف نمود می توان راندمان آبیاری بالایی را داشت؛ و البته که اصولاً این سیاست افزایش راندمان آبیاری برای صرفه جویی آب و حل بحران آب کشور با رویکرد و نگرش غیر کلاسیک به راندمان آبیاری، سیاست مناسب نبوده و ممکن در صورت عدم وجود شرایط و تمهیدات لازم به صرفه جویی واقعی آب منتهی نشود. به عبارت دیگر استفاده از سامانه های آبیاری تحت فشار خوب است و خیلی مزایا دارد ولی اگر قرار باشد که توسعه سامانه های آبیاری تحت فشار بر مبنای افزایش راندمان آبیاری (به دنبال آن افزایش سطح زیر کشت) و برای صرفه جویی واقعی و حل بحران آب کشور و بدون وجود سایر شرایط لازم باشد، نتیجه ای گرفته نمی شود؛ که تا به حال نیز نتیجه ای گرفته نشده است.

ضعف دیگر نگاه کلاسیک به راندمان آبیاری در توسعه سامانه های آبیاری تحت فشار برای صرفه جویی آب، موضوع تلفات ظاهری در مقابل تلفات واقعی و یا تلفات قابل اجتناب و تلفات غیرقابل اجتناب است؛ یعنی وقتی صحبت از اقداماتی می شود که قرار است هدر رفت های آب را کم کند، باید در نظر داشت یکسری از هدر رفت ها قابل اجتناب و یکسری غیرقابل اجتناب هستند. هدر رفت های قابل بازیافت (هدر رفت های غیرواقعی) شامل موارد نشت از کانال ها، نفوذ عمقی در مزرعه، رواناب سطحی انتهای مزرعه، مصارف آبی مربوط به نیازهای زیست محیطی (نظیر نیاز آشوبی)، هدر رفت های ناشی از ضعف مدیریتی (بیش آبیاری) و هدر رفت های ناشی از ضعف آماده سازی زمین مزرعه (نظیر تسطیح نامناسب در آبیاری سطحی، غیریکنواختی توزیع آب و غیره) می باشند؛ و هدر رفت های غیرقابل بازیافت (هدر رفت های واقعی) شامل: تبخیر از سطح خاک و پوشش گیاهی، تعرق گیاهی (گیاه اصلی) و علف های هرز رشد نموده درون مزرعه و درون کانال های خاکی (استفاده های غیر سودمند از آب) هستند؛ بنابراین برای صرفه جویی واقعی در آب باید هدر رفت های قابل اجتناب را حذف کرد و راندمان را بالا برد. ولی هدر رفت های غیرقابل اجتناب را نمی توان حذف نمود. این بحث به خصوص در بحث کاربرد روش های آبیاری تحت فشار بسیار مهم است. به عنوان نمونه در کاربرد سامانه های آبیاری بارانی که بسیار

عدد راندمان کل کوچکی حاصل می‌شود. (۵۰٪)؛ بنابراین هنگامی مقدار راندمان کل می‌تواند خیلی بالا رود که تقریباً تمام راندمان‌ها در حالت خیلی بالا و عالی باشند (حدود ۹۰ درصد به بالا). این عملاً در شرایط واقعی و با در نظر گرفتن واقعیت‌های مدیریتی، فنی و فناوری ایدئال‌گرایی است و رسیدن به آن اگر نگوئیم ناممکن ولی بسیار پرهزینه خواهد بود؛ و شاید یکی از علت‌هایی که سالیان سال است که راندمان کل آبیاری در کشور عملاً از ۳۷ تا ۴۰ درصد فراتر نرفته است؛ بنابراین شاید ما به‌جای آنکه خیلی به راندمان کل توجه کنیم باید به اجزای راندمان بپردازیم و تکیه کنیم؛ یعنی ببینیم چگونه می‌توانیم راندمان‌های انتقال، مزرعه و به‌خصوص کاربرد را تا حد مناسبی بهبود ببخشیم و روی راندمان کل خیلی توجه و مانور نکنیم. فائو (FAO) هم در گزارش‌های خود به این مسئله اشاره کرده است که افزایش چشمگیر در راندمان کل کار بسیار مشکلی است. درحالی‌که ما در اسناد و برنامه‌های توسعه کشور (پنجم و همچنین پیشنهادشده در برنامه ششم) می‌آییم و می‌گوئیم که باید سالی ۱٪ (یک واحد) به‌قدر مطلق مقدار راندمان کل آبیاری اضافه شود (مثلاً راندمان از ۴۰٪ برسد به ۴۱٪) (۲/۵ درصد افزایش سالانه) که کار بسیار مشکلی است. از لحاظ استراتژیک این موضوع ما را به این مسئله رهنمون می‌سازد که همان‌گونه که در توسعه منابع آب تقریباً به سقف رسیده‌ایم و توسعه منابع آب جدید یا مقدور نیست و اگر هم مقدار کمی مقدور باشد (از طریق دست‌یابی به آب‌های فسیلی و شیرین کردن آب‌های شور) خیلی پر هزینه خواهد بود، اصولاً برآوردهای کارشناسی نیز نشان می‌دهند که افزایش راندمان کل آبیاری بیش از حدود ۵۰ درصد مقدور نبوده و یا پر هزینه و از لحاظ پایداری کشاورزی (افزایش شوری خاک) و کاهش جریان‌ات سطحی موردنیاز محیط‌زیست اثرات و تبعات منفی زیادی خواهد داشت و لذا باید به فکر راهکارهای دیگری در خصوص صرفه‌جویی آب و حل بحران آب باشیم.

شاخص راندمان کاربرد آب، صرفاً برای نشان دادن عملکرد یک آبیاری در مزرعه می‌باشد؛ یعنی این شاخص بیانگر آن است که با چه راندمانی کل آب کاربردی را در منطقه توسعه ریشه نفوذ داده‌شده است. در شاخص راندمان آبیاری تلفات آب قابل‌برگشت در نظر گرفته نمی‌شود (نگرش کلاسیک به بحث تلفات آب). این بحث دیگری است که موضوع ناکارآمدی سیاست صرفاً تکیه بر افزایش راندمان آبیاری برای حل بحران آب در بخش کشاورزی را مشخص می‌سازد؛ یعنی بحث تلفات ظاهری در مقابل تلفات ظاهری (صرفه‌جویی واقعی در مقابل صرفه‌جویی ظاهری). امروزه نگرش کلاسیک به راندمان آبیاری در حل مسائل کلان

کشاورز دیگری شده و در پائین‌دست مورد استفاده قرار گرفته و یا به‌صورت نفوذ عمقی در تغذیه سفره آب زیرزمینی مشارکت داشته است یا خیر؟ راندمان آبیاری شاخص خوبی برای مقایسه فنی سامانه‌های مختلف آبیاری در مزرعه است (مثلاً مقایسه سامانه‌های آبیاری سطحی با تحت فشار و یا مقایسه خود سامانه‌های تحت فشار با یکدیگر، نظر مقایسه سامانه‌های بارانی با قطره‌ای و غیره) ولی این شاخص منعکس‌کننده بهره‌وری نیست، چون مسائل مربوط به تولید را در برنمی‌گیرد؛ یعنی ممکن است راندمان آبیاری مزرعه‌ای خوب باشد ولی عملکرد محصول پائین باشد (حالت کم‌آبیاری)، یا به‌عکس راندمان آبیاری پائین باشد ولی عملکرد محصول نسبتاً خوب باشد. به‌عبارت‌دیگر کشاورز آب زیادی برای تولید محصول استفاده کرده باشد (بیش‌آبیاری). در مجموع شاخص راندمان آبیاری گویای استفاده بهینه از آب برای تولید محصول نیست؛ زیرا در تولید و عملکرد محصول عوامل کشاورزی، اقلیم، خاک، آب و مدیریت‌های زراعی دخیل هستند که در این شرایط این شاخص دیگر کاربردی ندارد.

امروز با توجه به بحران کمبود شدید منابع آب، مسائل مدیریت آب را نمی‌توان صرفاً در مقیاس مزرعه حل نمود و بلکه اهمیت جامع‌نگری و دیدن آب در یک مقیاس بزرگ‌تر (حوضه آبریز و کشور) بیشتر ضروری می‌نماید؛ یعنی باید از آن مقیاس محلی (Local) مزرعه حرکت کرده و به مقیاس بالاتر برویم. این مسئله در استفاده از شاخص راندمان آبیاری که یک شاخص مزرعه‌ای (Local) می‌باشد مشکلات، ابهامات و حتی نتایج نامناسبی در استفاده از این شاخص برای حل بحران آب کشور ایجاد نموده است. راندمان آبیاری (Irrigation efficiency) در واقع نسبت آب ذخیره‌شده در منطقه توسعه ریشه برای مصرف و رشد گیاه نسبت به مقدار آبی که در عمل برای ذخیره این مقدار معین آب در منطقه توسعه ریشه مصرف‌شده است. بعداً برای تعیین راندمان در قسمت‌های مختلف یک سیستم آبیاری (از منبع تا محل مصرف) راندمان آبیاری به چندین جزء شامل راندمان‌های انتقال، مزرعه (توزیع) و کاربرد در مزرعه تفکیک‌شده که راندمان کل از حاصل ضرب آن‌ها محاسبه می‌شود.

نکته مهمی که در اینجا وجود دارد آن است که راندمان کل خاصیت ضربی دارد، یعنی مقدار راندمان کل از حاصل ضرب مقادیر چند راندمان جزئی‌تر حاصل می‌شود؛ یعنی چند نسبت درهم ضرب می‌شوند و راندمان کل محاسبه می‌شود؛ یعنی اگر حتی راندمان‌های اجزای مختلف در حد خوب و معقولی باشند (۹۰٪ انتقال و ۸۰٪ مزرعه و ۷۰٪ کاربرد)، ولی چون این مقادیر درهم ضرب می‌شوند

امروزه در خصوص نگرش جدید به بحث مدیریت آب، اصطلاحات و مفاهیم جدیدی به عرصه وارد شده‌اند؛ یعنی پس از تعریف ICID از راندمان آبیاری، تغییرات زیادی در این مفهوم در سال‌های بعد به عمل آمد و اصطلاحات و مفاهیم جدید وارد این حوزه شدند و بیانگر آن هستند که از این میزان آب مصرف‌شده یک نسبت یا درصدی از آن برای مقاصدی که می‌خواستیم (تبخیر و تعرق گیاه یا نیاز زیست‌محیطی) واقعاً مصرف‌شده و تبخیر شده است. این مصرف مفید است (Beneficial use). درصد دیگر از آب مصرف‌شده غیر مضر (Non-beneficial)؛ مانند مصرف آب توسط پوشش‌های گیاهی و علف‌های هرز در کانال‌های انتقال آب، یا آبی که در دوران آیش زمین به سطح خاک رسیده و تبخیر شده و به اتمسفر بازمی‌گردد. تمامی این‌ها از نوع مصرف (Consumed) یعنی از نوع تبخیر و بازگشت به اتمسفر هستند (چه مفید و چه غیرمفید). حالت دوم درصدی است که مصرف نشده است؛ یعنی مقداری از آب تلف‌شده است ولی آن به شکل تبخیر و تعرق و بازگشت به اتمسفر مورد مصرف قرار نگرفته است (Non-consumed). از این مقدار آب مصرف نشده باز درصدی قابل‌برگشت و بازیافت است (Recoverable)، (مانند جریان‌های آب زهکشی که مجدداً وارد رودخانه می‌شوند و مجدداً در پائین است استفاده می‌شوند و یا وارد آبخوان‌ها می‌شوند و به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی کمک می‌کند) و یکسری که قابل‌برگشت و بازیافت نمی‌باشند. (Non-recoverable) (مانند آبی که وارد سفره‌های آب زیرزمینی شور می‌شود و یا مانند جریان‌های زهکشی که مستقیماً به دریاها می‌ریزند).

بنابراین همان‌گونه که در منابع علمی جدید نیز به آن تأکید شده است برای حل بحران آب و مشاهده و قضاوت از اقداماتی که به صرفه‌جویی واقعی آب منتهی شده است، باید یک نظام حسابداری آب (مبتنی بر بیلان آب) در کشور ایجاد شده که ورودی و خروجی -های آن به‌دقت معلوم و تعیین شوند. نگرش حسابداری آب به موضوع مصرف و صرفه‌جویی آب این مزیت را دارد که در آن پارامترها مشخص بوده و مفاهیم متغیری (نظیر راندمان آبیاری، بهره‌وری آب) نداشته و از طرفی محدودیت‌های مقیاس زمانی و مکانی حاکم (مزرعه - حوضه آبریز) بر سایر شاخص‌های مدیریت آب (راندمان آبیاری و بهره‌وری آب) را ندارد.

افزایش راندمان آبیاری الزاماً به صرفه‌جویی واقعی (کاهش آب مصرفی) ممکن است نینجامد. به‌عبارت‌دیگر توجه صرف به راندمان آبیاری بدون در نظر داشتن محدوده کار و مقیاس (Context-Scale) بی‌معنی بوده و می‌تواند به تصمیم‌های اشتباهی از نظر

مدیریت آب در جهان کمرنگ شده است. علیرغم آنکه هنوز در سطح مزرعه و برای نشان دادن عملکرد کشاورزان در یک آبیاری کارا هنوز راندمان آبیاری جایگاه خود را دارد و باید نیز داشته باشد. ولی در حل مسائل آب در حوضه آبریز و مسائل کلان آب کشور بحث حسابداری آب (Water Accounting) بیشتر مطرح است و نگاه نئوکلاسیک باید بر مبحث راندمان آبیاری داشت. به‌عبارت‌دیگر تلفات قابل‌اجتناب در فرایند آبیاری محصولات عملاً تلفات نیستند. درحالی‌که در نگرش کلاسیک راندمان آبیاری به بحث مدیریت آب، راندمان آبیاری بیشتر بیانگر تلفات کمتر می‌باشد، تلفات آب یک تلفات غیرقابل‌برگشت منابع آب می‌باشد، کاهش تلفات به این معنی می‌باشد که آب بیشتری صرفه‌جویی شده که می‌تواند برای سایر مصارف مورداستفاده قرار گیرد و به‌طور ضمنی این مفهوم را می‌رساند که راندمان بیشتر چیز مطلوبی است!

در مقیاس حوضه آبریز آب قابل‌برگشت زیادی وجود دارد که از همین تلفات آب ناشی شده است. البته باید این نکته را نیز از نظر دور نداشت که در آب برگشتی ناشی از تلفات، کاهش کیفیت آب (شوری، آلودگی و غیره) را داریم که به‌خصوص در مناطقی نظیر خوزستان مطلوب نیست. همچنین هزینه‌های تلفات انرژی نیز وجود دارد؛ یعنی این قابل‌قبول نیست که آبی که با هزینه زیاد پمپاژ می‌شود را بگذاریم تلف شود. صرف اینکه آن مجدداً در حوضه آبریز در چرخه آب بازیافت می‌شود؛ یعنی اهمیت و مزیت نسبی استفاده مجدد از تلفات آب در بازیافت تلفات ناخواسته است نه تلفات ناشی از ضعف مدیریت! بهر حال با توجه به مباحث فوق، اگر بخواهیم صرفاً به بحث مصرف آب و تلفات و هدر رفت فیزیکی (نه شیمیایی) آب که منظورمان تغییر کیفیت آب است) توجه کنیم، در نگرش وسیع و بزرگ مقیاس مدیریت آب در اینجا عملاً آبی تلف نشده است.

در مجموع، دیگر آن نگاه مهندس آبیاری به بحث مدیریت آب که صرفاً یک مزرعه را می‌بیند که راندمان آن خوب است و از روی آن قضاوت می‌نماید که آب در کشور دارد خوب مصرف می‌شود کمرنگ شده است. این نگرش قدیمی در سال‌های اخیر به حدی خطرناک شده بود که ادعا می‌شد با افزایش راندمان آبیاری در مزارع کشور به‌اندازه حجم ذخیره شد ۲ الی ۳ سد بزرگ در کشور آب صرفه‌جویی خواهد شد. البته این موضوع شرط اولیه و شرط لازم هست ولی شرط کافی نیست؛ یعنی اگر حتی جلوی تلفات آب را بگیریم تضمینی وجود ندارد که قدر مطلق آب (به‌خصوص در آبخوان‌ها) صرفه‌جویی شود، چون ممکن است آب صرفه‌جویی شده صرف افزایش سطح زیر کشت شود!

خوزستان کمیته ملی آبیاری و زهکشی خوزستان، ۱۲ دی ماه ۱۳۹۴، اهواز، سازمان آب و برق خوزستان.

مدنی ک. ۱۳۹۴. بحران آب ایران: نشانه‌ها، علل و راهکارهای خروج. سخنرانی علمی کاوه مدنی در کارگاه تخصصی هم‌اندیشی کمیته منطقه خوزستان کمیته ملی آبیاری و زهکشی خوزستان، ۱۳۹۴، اهواز، سازمان آب و برق خوزستان.

Bos MG, Nugteren J. 1974. On Irrigation Efficiencies, 1st edn. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands; 95 pp.

Bos MG, Nugteren J. 1982. On Irrigation Efficiencies, 3rd edn. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands; 142 pp.

Jensen ME. 1967. Evaluating irrigation efficiency. J. Irrig. Drainage Division, Am. Soc. Civil Eng. 93 (IR1), 83-98.

Perry C. 2007. Efficient irrigation; inefficient communication; flawed recommendations. Irrigation and Drainage 56: 367-378.

Perry C. 2011. Accounting for water use: terminology and implications for saving water and increasing production. Agricultural Water Management, 98: 1840-1846.

Perry C, Steduto P, Allen RG, Burt CM. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: agronomic constraints and hydrological realities. Agricultural Water Management 96: 1517-1524.

Heydari N. 2014. Water productivity in agriculture: Challenges in concepts, terms and values. Irrig. and Drain. 63: 22-28, ICID.

Hsiao T.C., Steduto P, Fereres E. 2007. A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. Irr. Sci (2007), 25:209-231.

US Interagency Task Force. 1979. Irrigation water use and management. US Gov't. Printing Office: Washington DC, USA; 143 pp.

اقتصادی و هیدرولوژیکی و حتی محیط‌زیستی منجر شود. البته این بدان معنا نمی‌باشد که راندمان پایین مطلوب است، بلکه با توجه به شرایط خشک و نیمه‌خشک کشور افزایش راندمان آبیاری و بهبود توزیع یکنواختی آب در مزارع سبب کاهش مصارف آب توسط کشاورزان در مقیاس مزرعه و همچنین کاهش نیاز به زهکشی در خاک‌های سنگین، کاهش انرژی مصرفی برای پمپاژ آب، کوچک شدن هیدرومدول آبیاری و ظرفیت کانال‌ها، جلوگیری از افت کیفیت منابع آب و غیره کمک می‌نماید. از طرفی سقف افزایش راندمان ۱۰۰ درصد نیست و با توجه به بحث‌های اشاره‌شده قبلی، افزایش راندمان کل از سقفی بیشتر (که در اینجا بر اساس نظر کارشناسی ۵۰ درصد اظهار می‌شود) از لحاظ پایداری کشاورزی، پایداری تولید، حفظ جریان‌های طبیعی، نیاز محیط‌زیست به آب و غیره به صلاح نبوده و اقتصادی نیز نمی‌باشد. در مجموع نگرش جامع به بحث صرفه‌جویی واقعی آب و تلفات واقعی در مقابل تلفات ظاهری کمک می‌نماید تا برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در صرفه‌جویی آب در بیلان مثبت یک حوضه آبریز اثرگذارتر باشند.

مراجع

انصاری ح. ۱۳۹۴. از افسانه راندمان تا بهره‌وری جامع آب در کشاورزی. سخنرانی علمی حسین انصاری عضو هیئت‌علمی (دانشیار) دانشگاه فردوسی مشهد در کارگاه تخصصی هم‌اندیشی کمیته منطقه خوزستان کمیته ملی آبیاری و زهکشی خوزستان، ۱۲ دی ماه ۱۳۹۴، اهواز، سازمان آب و برق خوزستان.

حیدری ن. ۱۳۹۴. مسائل و چالش‌های کاربرد شاخص راندمان آبیاری در مدیریت آب. سخنرانی علمی نادر حیدری عضو هیئت‌علمی (دانشیار) موسسه تحقیقاتی فنی و مهندسی کشاورزی در کارگاه تخصصی هم‌اندیشی کمیته منطقه

The Principles and Conditions of Using Irrigation Efficiency Index When Managing Water for Agriculture

N. Heydari*

Abstract

Irrigation Efficiency (IE) is one of the indexes defining the efficient use of water in agriculture. Unfortunately still nowadays it is widely used for water management policies in agriculture without enough attention to its concept, usage, and the conditions which it should be used. Hence great emphasis and investments is on its measurement in the country. Consequently great investment on development of pressurized irrigation system assuming that it will save water through increase in irrigation efficiency by widely use of such systems! IE is a local term. It indicates water application situation in crop root zoon of a specific field. Therefore, it does not deal with the losses which may be useable in another farm in downstream or losses which may percolate to the groundwater. IE is a good index for comparison of the different irrigation systems used in the fields? But it dose not implies the water productivity (WP), because it does not consider crop productions variables. In crop production, other variables, e.g. Agronomic, climate, soil, and other agronomic management practices are involved, which this index did not consider. Considering the severe water crisis nowadays, the water management issues could not be solved only through field scale assesments. But the importance of a more comprehensive vision and attention to water in a broader scale (i.e., in Basin and National levels) is more prominent and essential. In other words it is necessary to shift from local scale of field scale to higher level. Lack of enough attention to this point has caused different problems, ambitions, and even diverse results in solving water problems in the Iran country. It should be stated that the traditional classic view of IE is not eligible in solving large scale water management issues nowadays, despite it still has merits for determining of the farmers functioning for an efficient irrigation event. Water accounting now is a prominent view on solving water management issues of the basin and national levels. Therefore we should have a neoclassic view on IE. There are considerable return flows in the basin level which comes from these losses at the field level. In recent years and in regard to new vision on water management, new terms and concepts have come to the existence, e.g., beneficial and non-beneficial, recoverable flows and non-recoverable flows. Overall, when it is intended to invest on IE improvement and water saving, even with this classical view, it is necessary to invest on the factors causing decrease of real water losses than apparent losses. This will be an intelligent and efficient investment.

Key words: Irrigation, Efficiency, Water management, Water saving, Real losses.

¹ Associate Prof., Iranian Agricultural Engineering Research Institute (AERI); Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. (* Corresponding author: nrheydari@yahoo.com)

Received: Jun 10, 2017

Accepted: Jul 22, 2017

