

## مسائل و راهکارهای افزایش کارایی مصرف آب در مزارع کشور

نادر حیدری<sup>۱\*</sup>

### چکیده

توسعه کشاورزی و تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک به افزایش کارایی مصرف و بهبود بهره‌وری آب بستگی دارد. کارایی مصرف آب مزرعه شاخصی برای بیان کمی میزان تولید محصول به ازای واحد آب مصرفی در مزرعه می‌باشد. این شاخص با افزایش عملکرد، کاهش آب مصرفی و یا تأثیر هر دو عامل به صورت توأمان، افزایش می‌یابد. مسائل و محدودیت‌های کارایی مصرف آب در مقیاس مزرعه از اهمیت خاصی برخوردار هستند. مزرعه محیط و شرایطی است که تمامی فعالیت‌های کشاورزی شامل تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت در این مقیاس اتفاق افتاده و همچنین تمامی فعالیت‌های تأمین و توزیع آب تا محل مصرف و آبیاری برای این محیط انجام می‌شود؛ بنابراین مسائل این مقیاس به‌طور مستقیم و قابل ملاحظه‌ای بر روی میزان مصرف آب و عملکرد محصول که هدف نهایی بهره‌بردار است، تأثیرگذار است. همچنین این مسائل و مشکلات با توجه به ارتباط مقیاس‌ها با یکدیگر سبب بروز مشکلات بزرگ مقیاس دیگری نظیر فشار بیش از حد بر منابع آب (به‌خصوص منابع آب‌های زیرزمینی) و کمبود منابع آب حوضه آبریز و آلودگی‌های زیست‌محیطی و مسائل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مختلفی نیز، می‌گردند. از آنجایی که شناسایی و تحلیل شاخص کارایی مصرف آب مزرعه از ضروریات استفاده بهینه از منابع محدود آب کشور می‌باشد. در این تحقیق از طریق بررسی و ارزیابی نظرات کارشناسان، صاحب‌نظران، بهره‌برداران و در مجموع کلیه گروه‌ها مدیریت آب به‌طور عام و آب کشاورزی به‌طور خاص، مسائل و چالش‌های پایین بودن مقدار شاخص کارایی مصرف آب در مزارع کشور به‌صورت مشارکتی تبیین و در قالب سلسله مراتب پیوسته موضوع بسط داده شده و ضمن ارائه اهداف، راهکارها و راهبردهای اجرایی و تحقیقاتی لازم نیز ارائه گردیدند. بر اساس نتایج، ریشه اصلی مسائل و مشکلات پائین بودن کارایی مصرف آب مزرعه در ایران را می‌توان در شش گروه اصلی مسائل شامل: (۱) پائین بودن بازده (راندمان) آبیاری، (۲) ناکافی بودن منابع مطمئن آبیاری، (۳) پائین بودن کیفیت منابع آب‌وخاک، (۴) پائین بودن شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی، (۵) مسائل مهندسی سامانه‌های آبیاری و (۶) دانش کم و آموزش ناکافی بهره‌برداران، رده‌بندی نمود. از جنبه کمی، جمعاً ۱۲۹ مورد مسئله و مشکل فراروی افزایش کارایی مصرف آب در مزرعه شناسایی گردید که مسائل تحت گروه‌های شش‌گانه اصلی اشاره شده در بالا، به ترتیب ۱۰/۹، ۹/۳، ۱۳/۹، ۳۹/۵، ۱۷/۱ و ۹/۳ درصد از کل مسائل را شامل می‌شوند. از جنبه‌های راهبردی، نتایج این تحقیق بیانگر آن است که مسائل و راهکارهای افزایش کارایی مصرف آب مزرعه را نباید فقط در مسائل مدیریت آب جستجو و چاره‌جویی نمود، بلکه مسائل زراعی و به‌خصوص مسائل مکانیزاسیون مزرعه و سایر مسائل وابسته نیز نقش مهمی در این زمینه ایفاء می‌نمایند.

### واژه‌های کلیدی: راهکار، کارایی مصرف آب، مزرعه، مسائل

### مقدمه

می‌گردد، دارد. کارایی مصرف آب مزرعه، شاخصی برای بیان کمی تولید محصول به ازای واحد آب مصرفی در مزرعه است. مقدار این شاخص با افزایش عملکرد (صورت کسر) و یا کاهش آب مصرفی (مخرج کسر) افزایش می‌یابد. بهبود بهره‌وری آب کشاورزی یکی از الزامات و ضروریات بخش‌های آب و کشاورزی به‌منظور تولید محصولات کشاورزی و دامی و در نهایت تأمین غذای جمعیت رو به رشد از منابع محدود و کمیاب کشور می‌باشد. بهبود مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، بهبود راندمان آبیاری در اراضی فاریاب، ارتقاء بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع آب‌وخاک در بخش کشاورزی از جمله موارد مهمی می‌باشند که

توسعه پایدار کشاورزی و تولیدات حاصله از آن در مناطق خشک و نیمه خشک به بهبود بهره‌وری آب در تمامی مقیاس‌های آن، از جمله در مقیاس مزرعه که به آن، کارایی مصرف آب مزرعه نیز اطلاق

۱ - دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۸۴۵  
دور نگار ۰۲۶-۳۲۷۰۶۳۷۷ nrheydari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۲۵

در علوم آب، تعاریف و شاخص‌های مختلفی برای تبیین و اندازه‌گیری نحوه استفاده بهینه از آب بیان گردیده است. در علوم مرتبط با استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی، در ابتدا شاخص راندمان آبیاری<sup>۱</sup> مطرح گردید و به دنبال آن در دهه اخیر مفاهیم کارایی مصرف آب<sup>۲</sup> و بهره‌وری آب<sup>۳</sup> نیز به این عرصه وارد شدند و به تدریج شاخص راندمان آبیاری جای خود را به این شاخص‌های جدید داد (حیدری-الف، ۱۳۸۸).

شاخص کارایی مصرف آب، یکی از شاخص‌های اساسی در تعیین استفاده کارا از آب جهت تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. این شاخص نشان‌دهنده میزان تولید (عملکرد محصول) در ازای واحد حجم آبیاری مصرفی در مزرعه در واحد هکتار است؛ یعنی کارایی مصرف آب به مقدار محصولی گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب در مزرعه به دست می‌آید و معمولاً به واحد کیلوگرم بر مترمکعب ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است که در تعریف شاخص کارایی مصرف آب، اجزای تشکیل‌دهنده این شاخص (صورت کسر عملکرد و مخرج کسر آب مصرفی) به شکل‌های مختلف ارائه شده‌اند. مثلاً صورت کسر می‌تواند عملکرد تر یا خشک محصول، بیوماس، پروتئین تولیدی، کالری ایجادشده و غیره باشد. مخرج کسر نیز می‌تواند حجم آب خالص، حجم آب ناخالص و یا میزان آب تبخیر و تعرق شده از گیاه باشد (حیدری-الف، ۱۳۸۸). در واقع کارایی مصرف آب بیانگر رابطه کمی میان نهاده‌ها و ستاده‌های سیستم تولید در مزرعه می‌باشد و از دیدگاه متخصصان آبیاری، آگرونومی، فیزیولوژی، اقتصاد و همچنین کاربرها، دارای مفاهیم مختلفی است (انتصاری و همکاران، ۱۳۸۶). متخصصان پیشرو، کارایی مصرف آب را معادل با نیاز آبی گیاه می‌دانستند. آگرونومیست‌ها کارایی مصرف آب را نسبت ماده خشک تولیدشده به ازای واحد آب مصرف‌شده تعریف می‌کنند. از آنجاکه اساس تولید و مصرف در گیاهان، فتوسنتز و تعرق می‌باشد، لذا فیزیولوژیست‌های گیاهی، کارایی مصرف آب را "نسبت فتوسنتز به تعرق به ازای واحد سطح برگ یا واحد بوته گیاه در یک دوره زمانی معین" تعریف می‌نمایند (انتصاری و همکاران، ۱۳۸۶).

کارایی مصرف آب برای اولین بار در سال ۱۹۵۸ به صورت نسبت میزان عملکرد گیاه (برحسب کیلوگرم) به میزان تعرق گیاه (برحسب مترمکعب) بیان شد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۰). بعد از آن مولدن برای تحلیل آب مورد استفاده در سطوح مختلف زراعی، تعریف بهره-وری آب را ارائه کرد که بر اساس آن شرایط مصرف آب در محدوده‌های مختلف مزرعه، سیستم تأمین آب و حوضه آبریز (مصارف مختلف) مورد بررسی قرار می‌گیرد (به نقل از حیدری و همکاران، ۱۳۹۰ و مولدن و همکاران، ۲۰۰۳). بر همین اساس بهره-

بلندمدت، اهداف کیفی پنج‌ساله و اهداف کمی امور زیر بنایی و تولید برنامه چهارم توسعه، بر آن‌ها تأکید شده است (معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۳؛ معاونت آب‌و خاک، ۱۳۸۳؛ بی‌نام، ۱۳۸۹)؛ و برنامه پنج‌ساله چهارم توسعه زیر بخش آب‌و خاک، ۱۳۸۲). همچنین به استناد ماده ۲۵ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی و تبصره آن مصوب ۸۹/۴/۲۳ مجلس شورای اسلامی، وزارت جهاد کشاورزی موظف است حداکثر شش ماه پس از تصویب این قانون و با همکاری وزارت نیرو نسبت به تعیین شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی اقدام نموده و به تصویب هیئت‌وزیران رسانده و در پایان هر سال گزارش اقدامات اجرایی در خصوص این شاخص‌ها و نتایج حاصله را به کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی گزارش نماید.

میزان شاخص کارایی مصرف آب مزرعه کشور در حال حاضر به طور متوسط در دامنه ۱/۰-۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی برآورد می‌گردد. به عبارت دیگر در کشور برای تولید هر یک کیلوگرم محصول حدود ۱/۲۵-۱/۰ مترمکعب آب مصرف می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۳۸۴؛ حیدری و همکاران، ۱۳۸۵؛ حیدری و همکاران، ۱۳۸۸؛ حیدری-الف و ب، ۱۳۸۸).

افزایش کارایی مصرف آب مزرعه، با توجه به تنوع عوامل مدیریتی و محیطی مؤثر در عملکرد محصول، به سادگی قابل کنترل نمی‌باشد و امری پیچیده و پرهزینه است. مسائل تاکتیکی که در بخش کشاورزی می‌توان برای افزایش کارایی مصرف آب مزرعه به کار گرفت را می‌توان در سه گروه راهکارهای فنی، مدیریتی و زراعی خلاصه نمود (کشاورز و همکاران، ۲۰۰۵).

مسائل و محدودیت‌های بهبود بهره‌وری آب در مقیاس مزرعه از اهمیت خاصی برخوردار هستند. مزرعه محیط و شرایطی است که تمامی فعالیت‌های کشاورزی شامل تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت در این مقیاس اتفاق افتاده و همچنین تمامی فعالیت‌های تأمین و توزیع آب از منبع تا محل مصرف برای این محیط انجام می‌شود؛ بنابراین مسائل این مقیاس به طور مستقیم و قابل ملاحظه‌ای بر روی میزان مصرف آب و عملکرد محصول که هدف نهایی بهره‌بردار و برنامه ریزان است، تأثیرگذار است. این مسائل و مشکلات همچنین با توجه به ارتباط مقیاس‌ها با یکدیگر سبب بروز مشکلات بزرگ مقیاس دیگری نظیر فشار بیش‌ازحد بر منابع آب (به خصوص آب‌های زیرزمینی) و کمبود منابع آب حوضه محیط-زیستی و مسائل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مختلفی نیز می‌گردد.

از آنجایی که شناسایی، بررسی و تحلیل عوامل کاهنده شاخص کارایی مصرف آب مزرعه به علت محدودیت کمی و کیفی منابع آب و اهمیت ارتقاء این شاخص در کشور، از اهمیت خاصی برخوردار است، هدف از این مقاله شناسایی مشارکتی مسائل و مشکلات پایین بودن کارایی مصرف آب مزرعه و ارائه راهکارهای محوری و راهبردهای لازم برای افزایش آن در کشور می‌باشد.

<sup>1</sup> -Irrigation efficiency (E)

<sup>2</sup> -Water use efficiency (WUE)

<sup>3</sup> -Water Productivity (WP)

بهره‌وری آب شده است. کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری بارانی و قطره‌ای، با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، شاخص کارایی مصرف آب را به میزان قابل توجه ای افزایش داده است

بر اساس مطالعه ۸۴ منبع تحقیقاتی مربوط به ۲۵ سال اخیر دریافته شد که کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه و ذرت در تمامی موارد از مقادیر ذکر شده قبلی توسط فائو بیشتر است (زارت و باستیانسن، ۲۰۰۴). بر اساس زارت و باستیانسن (۲۰۰۴)، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب برابر ۱/۰۹، ۱/۰۶۵، ۰/۲۳، ۱/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. دامنه شاخص کارایی مصرف آب برای گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب ۱/۷-۰/۶، ۱/۶-۰/۴، ۰/۳۳-۰/۱۴، ۲/۷-۱/۱، کیلوگرم بر مترمکعب بود. آن‌ها تغییرات در مقدار این شاخص را به‌طور عمده به عوامل اقلیم، مدیریت آبیاری و مدیریت کود نسبت دادند. نتیجه بارز این تحقیق آن است که شاخص کارایی مصرف آب به مقدار زیادی می‌تواند در صورت کاهش مقدار آبیاری و اعمال کم‌آبیاری افزایش یابد.

حیدری- ج (۱۳۹۴) در تحقیقی شاخص بهره‌وری مصرف آب پتانسیل و واقعی حوضه آبریز کرخه را محاسبه و ارزیابی نمود. بر اساس نتایج تحقیقات وی شاخص بهره‌وری مصرف آب پتانسیل ( $WP_p$ ) و واقعی (فعلی) ( $WP_a$ ) حوضه آبریز کرخه به ترتیب برابر ۲/۰۵ و ۰/۸۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در این میان استان همدان با مقدار شاخص برابر ۱/۰۸ و کردستان با مقدار شاخص برابر ۰/۴۹ کیلوگرم بر مترمکعب، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شاخص بهره‌وری آب استان‌های واقع در حوضه را دارا هستند. سایر استان‌های واقع در حوضه آبریز، یعنی استان‌های خوزستان، کرمانشاه، لرستان و ایلام، کم‌وبیش دارای مقدار شاخص بهره‌وری مصرف آب مشابهی (حدود ۰/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب) هستند. در میان محصولات زراعی، گوجه‌فرنگی با کارایی مصرف آب واقعی ۳/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و گندم با کارایی مصرف آب ۰/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین مقدار کارایی مصرف آب در حوضه آبریز را دارد. همچنین در میان محصولات باغی، سیب‌درختی با کارایی مصرف آب واقعی ۰/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و گردو با کارایی مصرف آب ۰/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین مقدار کارایی مصرف آب در حوضه آبریز را دارد. در بین محصولات زراعی، سیب‌زمینی، ذرت دانه‌ای، چغندر، پیاز، گوجه‌فرنگی، خیار و هندوانه و در بین محصولات باغی هلو، سیب و انگور از کارایی مصرف آب بالاتری برخوردار بوده و مزیت نسبی کشت آن‌ها بالاتر است. این تحقیق در مجموع نتیجه‌گیری نموده است که محصولات سبزی و صیفی و علوفه‌ای نظیر سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، خیار، هندوانه، پیاز و ذرت علوفه‌ای، نسبت به کشت سایر محصولات در

وری آب عبارت است از نسبت عملکرد و یا سود خالص حاصل از زراعت، جنگل‌داری، آبریز‌پروری، دامپروری و یا یک سیستم ترکیبی کشاورزی بر میزان آب مصرفی برای رسیدن به آن سود خالص. در واقع در بهره‌وری آب نقش هر واحد آب در تولید ناخالص ملی یا تولید ناخالص داخلی مطرح است که مشاهده می‌شود مفهومی به‌مراتب متفاوت از راندمان آبیاری و یا حتی کارایی مصرف آب دارد؛ بنابراین بحث بهره‌وری آب بسیار وابسته به مقیاس و محدوده‌ای<sup>۱</sup> دارد که ما به آن پرداخته‌ایم و بسته به مقیاس‌های مدیریتی گیاه، مزرعه، شبکه آبیاری و یا حوضه آبریز اجزای این شاخص می‌تواند متفاوت باشد. آنچه در اینجا به‌عنوان کارایی مصرف آب نامیده شده، در واقع همان بهره‌وری مصرف آب در مقیاس گیاه تا مزرعه می‌باشد. در سامانه‌های کشاورزی، کارایی پایین مصرف آب به عوامل متعددی بستگی دارد. عمده این عوامل عبارت‌اند از: تبخیر زیاد از خاک نسبت به تبخیر و تعرق گیاه، سرعت پائین رشد گیاه در مراحل اولیه، ریشه‌های کم‌عمق در بعضی از گیاهان، عملیات آبیاری که منجر به رواناب و نفوذ عمقی زیاد یا تلفات آب در حین انتقال می‌گردد؛ بنابراین افزایش کارایی مصرف آب هم با بهبود عملیات زراعی (اصلاح نباتات و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، انتخاب الگوی مناسب کشت، کاربرد کودها و غیره) و هم با بهبود مدیریت آبیاری (افزایش راندمان آبیاری، در صورت لزوم استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار، کاربرد روش‌های کم‌آبیاری و آبیاری تکمیلی و غیره) قابل حصول است.

کیچنه و همکاران (۲۰۰۳) کارهای انجام شده مرتبط با شاخص بهره‌وری آب از زمان معرفی این مفهوم را، مورد بررسی و بازبینی قرار داده‌اند و راهکارهایی را به‌منظور افزایش این شاخص از طریق بهبود مدیریت منابع آب در سطوح گیاه، زراعی و مزرعه و حوضه آبریز ارائه کرده‌اند. بر اساس نظر آن‌ها برخی از شیوه‌ها و گزینه‌هایی که می‌تواند در این زمینه به کار گرفته شوند عبارت‌اند از: ۱- در سطح گیاه: افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی و شوری از طریق به‌کارگیری شیوه‌های اصلاح نژاد گیاهان ۲- در سطح مزرعه: افزایش تابع تولید محصول-آب، کاربرد کم‌آبیاری، تصحیح تاریخ کاشت و شخم به‌منظور کاهش تبخیر-تعرق و افزایش نفوذ در خاک و ۳- در سطح حوضه آبریز: استفاده مجدد از آب و بهبود الگوی کشت به‌منظور حداکثر کردن محصول و حداقل نمودن تبخیر-تعرق گیاهی.

در طی سال‌های اخیر تحقیقات مفیدی باهدف بازبینی و بررسی مقادیر شاخص بهره‌وری آب در نقاط مختلف دنیا به انجام رسیده است، نظیر استوارت و همکاران (۱۹۹۷) و زارت و باستیانسن (۲۰۰۴). نتایج این بررسی‌ها نشان داده است که بهبود شیوه‌های مدیریتی آب‌و خاک در سال‌های اخیر باعث افزایش مقادیر شاخص

<sup>۱</sup> Scale/Domain

حتی کاربرد سیستم‌های آبیاری مدرن نظیر آبیاری تحت فشار در شرایط عدم وجود مهارت و دانش کافی کشاورزی نمی‌تواند مقدار کارایی مصرف آب را نسبت به سیستم‌های آبیاری سطحی به‌طور مؤثری بهبود بخشد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۴ و حیدری و همکاران، ۱۳۸۵).

علاوه بر مدیریت آب مدیریت کود نیز تأثیر شایانی در افزایش کارایی مصرف آب (صورت کسر یعنی عملکرد) دارد. تحقیقات چندساله در نقاط مختلف سوریه نشان داده است که حتی در مناطقی که با محدودیت آب روبرو هستند، استفاده از کود شیمیایی (مخصوصاً فسفر و ازت) منجر به افزایش شاخص کارایی مصرف آب گشته است (صادق زاده و کشاورز، ۱۳۷۹). بر اساس همین تحقیقات در مناطقی که منابع آب موجود است، تولید کشاورزی و کارایی مصرف آب می‌تواند از طریق آبیاری تکمیلی در مناطق دیم افزایش یابد و تولید را پایدار نماید (صادق زاده و کشاورز، ۱۳۷۹).

طی تحقیقی، بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد یکی از دلایل پایین بودن بازدهی کاربرد آب در مزارع عدم تناسب توزیع آب نیاز آبی گیاه است. این امر سبب گردیده که عملکرد محصول در مزارع مورد مطالعه پائین باشد (مأم‌پوش و همکاران، ۱۳۸۰).

بر اساس داده‌های نتایج دو طرح ملی انجام شده در زمینه تعیین بازدهی (راندمان) آبیاری در کشور، کارایی مصرف آبیاری محصولات زراعی مختلف در روش‌های آبیاری سطحی با مدیریت زارعین محاسبه گردید (حیدری و حقایقی مقدم، ۱۳۸۰). نتایج تحقیق مذکور نشان داد که روش و مدیریت آبیاری تأثیر بسزایی در افزایش کارایی مصرف آبیاری داشته و قسمت عمده مسائل و مشکلات بازدهی آبیاری و کارایی مصرف آب در کشور مربوط به مسائل مدیریت آبیاری است که بهبود و اصلاح آن‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری چندانی نداشته و بلکه به یک اهتمام و برنامه‌ریزی مدیریتی صحیح نیاز دارد (حیدری و حقایقی مقدم، ۱۳۸۰).

طی تحقیقی، بازده آبیاری شبانه در شبکه کشت و صنعت کارون در خوزستان مورد بررسی قرار گرفت (صادقی، ۱۳۸۳). نتایج این مطالعه نشان داد که، بازده آبیاری شبانه به‌منظور اجتناب از سرمایه‌گذاری اولیه بالا، در مراحل طراحی شبکه به‌صورت ایده آل فرض می‌شود اما در عمل مقدار آن با آبیاری روزانه تفاوت دارد. میزان تلفات آبیاری شبانه بیش از آن چیزی است که بتوان از آن صرف نظر کرد. عمده‌ترین دلیل حجم تلفات بالا ناشی از آبیاری شبانه در شبکه‌های آبیاری، عملکرد ضعیف گروه آبیاری شب کار ناشی از نبود دید کافی، توأم با بی‌دقتی بوده است (صادقی، ۱۳۸۳).

طی مطالعه‌ای کارایی مصرف آب در سه مزرعه واقع در شهرستان‌های تربت حیدریه، تربت جام و چناران در زراعت‌های گندم و چغندر قند تحت دو روش آبیاری سطحی و بارانی مورد ارزیابی قرار گرفت (نیریزی و حلمی فخر داود، ۱۳۸۲). نتایج نشان داد که ضعف سیستم آبیاری سطحی در توزیع مناسب رطوبت در سطح خاک

حوضه آبریز کرخه دارای کارایی مصرف آب بالاتری بوده و از مزیت نسبی کشت بالاتری برخوردار می‌باشند.

مهندسی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی باهدف بررسی کارایی مصرف آب سه محصول گندم، جو و یونجه شهرستان‌های استان خوزستان، از آمارهای سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد ارائه شده از سوی دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی از سال‌های زراعی ۸۱-۸۰ الی ۹۰-۸۹ استفاده نمود. آن‌ها همچنین میزان حجم خالص آبیاری هر شهرستان بر اساس سند ملی آب را جمع‌آوری نمودند. بر اساس نتایج تحقیق آن‌ها، میانگین کارایی مصرف آب در استان خوزستان در سه محصول جو، گندم و یونجه به ترتیب ۰/۸۵، ۱/۰۴، ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. آن‌ها همچنین نتیجه‌گیری می‌نمایند که حداقل میزان مصرف آب در شرایط کم‌آبی و در شرایطی که بتواند عملکرد محصول قابل قبولی را تولید نماید ۳۶۹۰ تا ۳۷۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد که معادل حدود ۳۵۰۰ تا ۳۷۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد گندم با کارایی مصرف آب یک کیلوگرم در مترمکعب است.

معیری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق بین‌المللی CPWF در سایت جنوب حوضه آبریز کرخه، کارایی مصرف آب ذرت را در ایستگاه تحقیقاتی صفی‌آباد دزفول و اراضی کشاورزان سایت (دشت‌های سرخه و اوآن) تعیین نمودند. این تحقیق با رهیافت مشارکتی برای اطمینان از عملی بودن و همچنین قبول راهکارها و نتایج آن‌ها در اراضی کشاورزان، در قالب آزمونی با ۵ تیمار مدیریت آبیاری در دو مزرعه انتخابی به اجرا درآمد. نتایج آن‌ها نشان داد که مدیریت‌های مختلف آبیاری نسبت به مدیریت آبیاری کشاورزان باعث کاهش مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آبیاری ذرت شد. تیمار کشت ذرت در کف جویچه باعث کاهش ۲۰ تا ۳۲ درصدی آب مصرفی و افزایش ۵۰ تا ۱۰۰ درصدی کارایی مصرف آبیاری شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده با مقدار آب صرفه‌جویی شده امکان افزایش سطح زیر کشت به میزان ۲۰ تا ۲۵ درصد وجود دارد. بر اساس نتایج این تحقیق دامنه کارایی مصرف آبیاری (عملکرد دانه ذرت به آب ورودی به مزرعه بعلاوه بارندگی) برای کلیه مزارع و سال‌های آزمایش در دامنه ۰/۷۹-۰/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب قرار داشت.

در تحقیقی باهدف تعیین مقدار کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی عمده مناطق کشور (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان) و در شرایط مدیریت زراعی کشاورزان، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی گندم، چغندر قند (شکر تولیدی)، سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، پنبه، یونجه (وزن خشک)، جو و نیشکر (شکر تولیدی) به ترتیب برابر ۰/۷۵، ۰/۶۴، ۲/۰۶، ۵/۵۸، ۰/۷۱، ۱/۴۶، ۰/۵۶ و ۰/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری گردید (حیدری و همکاران، ۱۳۸۴؛ حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). نتایج بررسی‌های این تحقیق همچنین نشان داد که مهم‌ترین فاکتور در بالا بودن کارایی مصرف آب مدیریت زراعی بوده و مهارت و دانش فنی کشاورزی نقش کلیدی در این زمینه ایفا می‌نماید، به‌نحوی که

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش با برگزاری جلسات تخصصی کارشناسی با مشارکت کلیه گرو داران<sup>۱</sup> بحث بهره‌وری آب و همچنین بهره‌گیری از منابع و مستندات علمی و فنی مرتبط، مسائل و چالش‌های موجود در زمینه‌های بهبود بهره‌وری آب در مقیاس مزرعه (کارایی مصرف آب) در کشور بررسی و بر اساس نظرات موردتفاهم همگانی، تبیین گردیدند.

بر اساس روش تحقیق در ابتدا کلیه نهادها و سازمان‌های مرتبط با موضوع به‌عنوان صاحب‌نظران و گرو داران موضوع تعیین و هماهنگی‌ها و مکاتبات رسمی با این دستگاه‌ها به‌منظور معرفی نماینده مطلع جهت عضویت و شرکت در جلسه تخصصی گروه کار مزرعه به عمل آمد. با معرفی نمایندگان دستگاه‌ها و سایر کارشناسان و صاحب‌نظران، نسبت به تشکیل گروه کار تخصصی مزرعه مرتبط اقدام گردید. در جلسات مختلف گروه کار، مسائل و مشکلات موجود در راه افزایش کارایی مصرف آب با ایجاد طوفان‌های فکری<sup>۲</sup> میان اعضاء گروه کار، موردبررسی قرار گرفته و به‌صورت سیستماتیک در قالب درخت مسائل<sup>۳</sup> ارائه گردیدند. به دنبال بررسی مسائل و مشکلات فرا روی افزایش کارایی مصرف آب، راهکارها و راهبردهای اجرایی مرتبط نیز ارائه و تدوین گردیدند. لازم به ذکر است که همانند روش مشارکتی به کار گرفته‌شده در تدوین درخت مسائل، موارد شناسایی و تعیین راهکارها و راهبردهای اجرایی نیز طی جلسات کارشناسی و با نظرخواهی از تمامی مشارکت‌کنندگان و گرو داران موضوع تعیین گردیدند. دستگاه‌ها و سازمان‌های مشارکت‌کننده در گروه کار شامل طیفی از وزارتخانه‌های مرتبط و دفاتر و واحدهای زیرمجموعه آن‌ها، مؤسسات و مراکز برنامه‌ریزی و اقتصادی، ترویج کشاورزی، مؤسسات و مراکز تحقیقاتی، شرکت‌های مهندسی مشاور، ترویج کشاورزی، دانشگاه‌ها و سازمان‌های غیردولتی<sup>۴</sup> (انجمن‌ها و کمیته‌های علمی) و دفاتر مؤسسات بین‌المللی مرتبط با مباحث مدیریت آب و کشاورزی بودند.

## نتایج و بحث

مسائل و مشکلات فرا روی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه، با توجه به تمرکز بیشتر فعالیت‌های بهره‌برداران و حتی برنامه‌ریزان در این مقیاس، بسیار زیاد و متنوع است. به‌هرحال با توجه به نتایج حاصله از بحث‌های تخصصی در گروه کار مربوطه، مسائل، مشکلات، محدودیت‌ها و چالش‌های فرا روی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه در کشور، به شش دسته مسائل کلی: (۱) پایین بودن بازده (راندمان) آبیاری، (۲) ناکافی بودن منابع مطمئن آب برای آبیاری، (۳) پایین بودن کیفیت منابع آب‌و خاک، (۴) پایین بودن شاخص‌های

بخصوص در آبیاری‌های اولیه، باعث عدم استقرار مناسب چغندرقد شده و کاهش محصول زیادی را به وجود آورد. این مشکل با تقارن آبیاری غلات با محصولات تابستانه تشدید شد. کارایی مصرف آب گندم در چناران، تربت‌حیدریه و تربت‌جام به ترتیب ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود. مقادیر کارایی مصرف آب بالا در مزرعه تربت‌حیدریه به دلیل برخورداری مزرعه از سیستم آبیاری بارانی و مدیریت علمی‌تر آن بود (نی‌ریزی و حلمی فخر داود، ۱۳۸۲).

نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده در خصوص بازده آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی در کشور نشان داد که بازده آبیاری سطحی در کشور از مقدار واقعی آن کمتر گزارش‌شده است (سپاسخواه، ۱۳۸۳). یکی از علت‌ها، روش نه‌چندان درستی بوده که در اندازه‌گیری بازده کاربرد آبیاری در مزرعه به کار گرفته می‌شد. نگرش مجدد به بازده کاربرد آب در مزرعه نشان داد که در شرایطی که طراحی و مدیریت درستی برای آبیاری سطحی در مزرعه به‌کاربرده شود می‌توان انتظار بازده ۷۰ درصد داشت (سپاسخواه، ۱۳۸۳). مهم‌ترین دلایل تلفات آب در بخش کشاورزی به عواملی همچون: پایین بودن بازده انتقال آب، نامناسب بودن شکل و اندازه مزارع در ارتباط با مقدار آب و نحوه آبیاری، نامناسب بودن الگو و تراکم کشت زراعی موجود با امکانات منابع آبی مناطق و عدم اعمال تعرفه‌های مناسب مصرف آب برای محصولات مختلف نسبت داده‌شده است (صادق زاده و کشاورز، ۱۳۷۹). از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۷۷ مطالعاتی در استان‌های خراسان، گلستان و اصفهان بر روی ارزیابی راندمان روش‌های آبیاری سطحی انجام گرفت. بر اساس نتایج آن‌ها حداقل و حداکثر راندمان کاربرد در مزارع تحت مطالعه خراسان به ترتیب ۳۲/۶ و ۶۵/۳ درصد، در مزارع گرگان ۲۹/۷ و ۶۸/۷ درصد و در مزارع اصفهان ۱۷/۶ و ۵۹/۱ درصد اندازه‌گیری گردید (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸).

شناخت مدیریت‌های آبیاری - زراعی مرسوم و عوامل محدودکننده تولید، برای رسیدن به راهکارهای عملی بهبود کارایی مصرف آب، ضروری است. آسسالان و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقات مشارکتی در مزارع کشاورزان جنوب حوضه آبریز کرخه (دشت آزادگان) و باهدف تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب در اراضی شور این منطقه، نتیجه‌گیری می‌نمایند که برای دستیابی به کارایی مصرف آب بالا، اقدامات زیر باید به عمل آید: الف) تغییر روش آبیاری مرسوم سنتی به روش کرتی، به‌نحوی که کرت‌ها به‌طور مجزا آبیاری شوند (ب) کرت بندی مزارع متناسب با شیب (ج) اقدامات لازم برای آموزش زارعین و نظارت بر مدیریت آنان (د) احداث آب‌بندهای ثابت و کم‌هزینه برای کانال‌های آبیگر مزرعه‌ای و (ه) آموزش زارعین و نظارت بر مدیریت آن‌ها به‌منظور فراهم آوردن امکانات و تمهیدات لازم برای اجرا نمودن توصیه‌های به زراعی از پیش تدوین‌شده توسط مراکز تحقیقاتی منطقه.

1 -Stakeholder

2 -Brain storming

3 -Problem tree

4 -Non Government Organization (NGO)

تکمیلی فوق نیز طی جلسات کارشناسی و با نظرخواهی از تمامی مشارکت‌کنندگان و گرو داران موضوع تعیین گردیدند. در ادامه به‌طور خلاصه، صرفاً نتایج بخش شناسایی و تعیین پروژه‌های محوری دارای اولویت اصلی و زیر محورها و راهکارهای اجرایی مربوطه ارائه گردیده است (جدول ۲). بهر حال و به‌عنوان نمونه، تعدادی از اهداف افزایش کارایی مصرف آب، دارای اهمیت و درجه اثربخشی خیلی زیاد تا زیاد، حاصل از این تحقیق عبارت‌اند از: توسعه استفاده از تکنیک‌های آبیاری تکمیلی در کشاورزی دیم، افزایش میزان آگاهی کشاورزان از مسائل آب- خاک- گیاه، بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه جهت جلوگیری از زه دار شدن اراضی، توجه بیشتر به مسائل سامانه‌های نوین آبیاری، تسطیح مناسب اراضی، انتخاب روش مناسب آبیاری، تجهیز و نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی، مدیریت استفاده بهینه از منابع آب‌وخاک نامتعارف، افزایش شناخت محققان از مسائل و مشکلات کشاورزی سنتی، استفاده بیشتر از روش‌های حفظ رطوبت خاک در کشاورزی دیم، گسترش استفاده از فن‌آوری‌های استحصال آب باران در کشاورزی دیم، کاربرد مناسب و کافی از تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در کشاورزی دیم، فرهنگ‌سازی و جلب مشارکت کشاورزان برای ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون از طریق اصلاح و بهینه‌سازی اندازه قطعات زراعی، افزایش فعالیت‌های تجهیز و نوسازی برای ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون، استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی کمینه و کاشت داخل بقایا، توسعه و بهبود مدیریت استفاده تلفیقی از منابع آب‌شور و شیرین، ساخت و یا تکمیل شبکه‌های زهکشی، رعایت معیارهای مناسب توصیه کودی، ارتقاء مدیریت مواد آلی، بقایای گیاهی و ساختمان خاک، مدیریت کاربرد آب‌های نامتعارف و حفظ تعادل نمک در خاک، ارائه دستورالعمل‌های فنی و نظارت و ترویج صحیح برای اجرای دستورالعمل به‌منظور رعایت اصول صحیح تهیه زمین و کاشت، رعایت دور و عمق آبیاری متناسب با نیاز آبی گیاهان و روش آبیاری برای برنامه‌ریزی صحیح آبیاری.

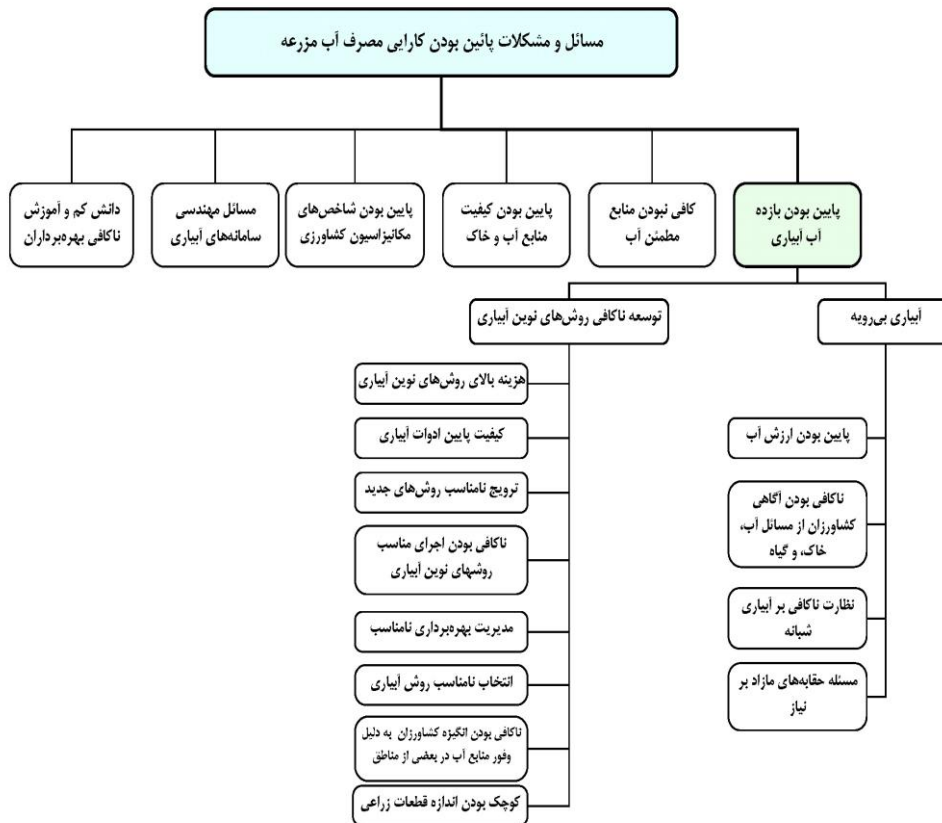
مکانیزاسیون کشاورزی، (۵) مسائل مهندسی سامانه‌های آبیاری و (۶) دانش کم و آموزش ناکافی بهره‌برداران، تقسیم می‌شوند. این مسائل و چالش‌ها به‌صورت لایه‌های متعدد از کلان به خرد و به‌صورت درخت سلسله‌مراتبی مسائل، ارائه و تدوین که نتایج آن به ترتیب در شکل‌های ۱ الی ۶ ارائه گردیده‌اند. همچنین در جدول ۱ تعداد مسائل مرتبط با هر لایه از این درخت، به‌صورت آماری ارائه شده است.

بدیهی است که تمامی مسائل و عوامل ذکر شده در درخت سلسله‌مراتبی ارائه شده در شکل‌های ۱ الی ۶ و خلاصه شده در جدول ۱، دارای درجه اهمیت و اثرگذاری یکسانی نمی‌باشند. لذا، در اینجا بحث اولویت‌بندی و پرداختن به مسائل و مشکلات مهم مطرح می‌گردد. با این دیدگاه و به دنبال شناسایی و تدوین مسائل، اهداف تحقیقاتی و غیر تحقیقاتی برای حل مسائل مرتبط نیز تدوین و سپس درجه اهمیت و اثرگذاری اهداف در چهار گروه اهمیت خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم تقسیم‌بندی گردیدند. لازم به ذکر است که اهداف تحقیقاتی<sup>۱</sup> اهدافی می‌باشند که برای دستیابی به پاسخ‌های موردنظر برای رفع مشکل، منابع اطلاعاتی و تحقیقاتی مرتبط در کشور کافی و یا به‌روز نبوده و مستلزم انجام تحقیقات بیشتر در قالب پروژه‌های تحقیقاتی جامع و هدفمند می‌باشند؛ اما اهداف غیر تحقیقاتی<sup>۲</sup> اهدافی هستند که اطلاعات و نتایج تحقیقاتی کافی در مورد مسائل مرتبط وجود داشته و آن‌ها باید انتقال یافته و بکار گرفته شده و یا اساساً اهدافی می‌باشند که ماهیتاً نیاز به تحقیقات نداشته (از نوع اجرایی، زیرساختی، ترویجی و غیره هستند) و پس از اولویت‌بندی باید به‌صورت راهکار توسط دستگاه‌های اجرایی مرتبط مورد اقدام و عمل قرار گیرند. بدیهی است که یکسری اهداف هم تحقیقاتی و هم غیر تحقیقاتی می‌باشند و نیاز به اقدام دوجانبه، یعنی انجام تحقیقات بیشتر و یا اجرا نمودن نتایج قبلی دارند.

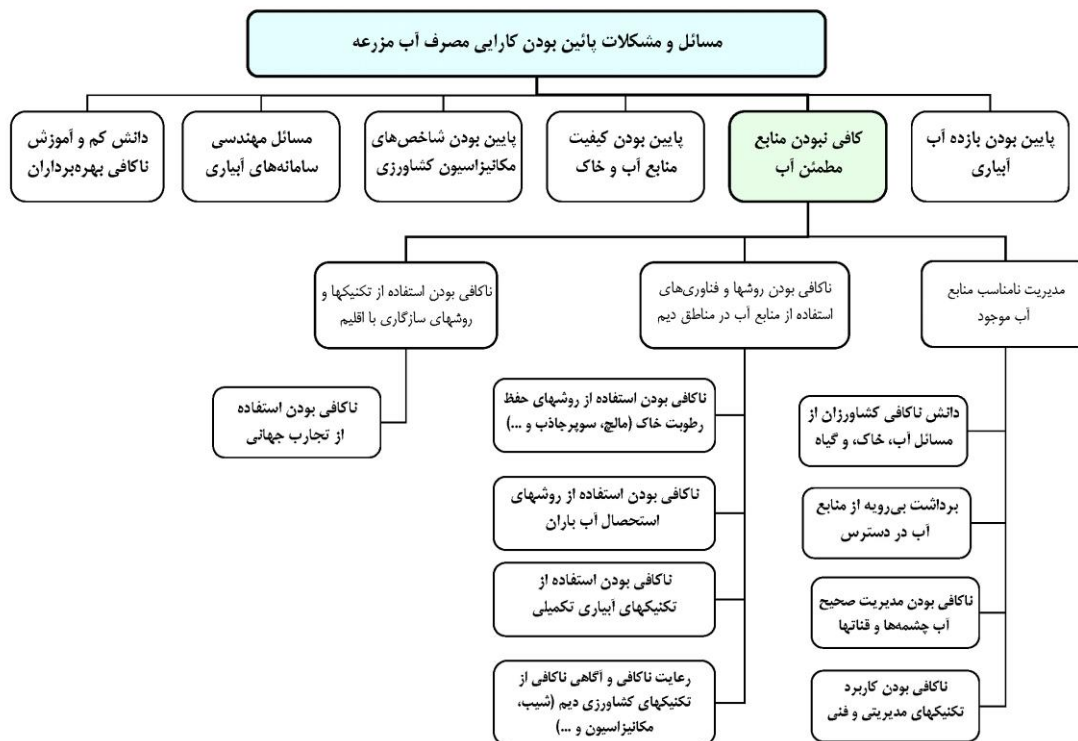
در مرحله بعد، اهداف با اولویت‌های زیاد، یعنی با درجه اهمیت و اثربخشی بالا (گروه‌های اهمیت خیلی زیاد و زیاد) تفکیک شده و ارائه گردیدند. این اهداف در واقع اهدافی می‌باشند که در برنامه‌های کوتاه و میان‌مدت برای بهبود بهره‌وری آب باید به آن‌ها پرداخته شوند. در مرحله سوم با توجه به تفکیک قبلی هر هدف از لحاظ داشتن بعد تحقیقاتی، غیر تحقیقاتی (اجرایی و...) و یا حالت تلفیقی (تحقیقاتی - غیر تحقیقاتی)، اهداف با اولویت‌های خیلی زیاد تا زیاد، مجدداً در گروه‌های فوق دسته‌بندی گردیدند. در مرحله چهارم پروژه‌های محوری اصلی به همراه زیر محورها یا اقدامات و راهکارهای اجرایی مرتبط و موردنیاز، مجدداً تعیین و دسته‌بندی گردیدند. لازم به ذکر است که همانند روش مشارکتی به کار گرفته شده در تدوین درخت سلسله‌مراتبی مسائل، تمامی مراحل

1 - Researchable objectives

2 - Non-Researchable objectives



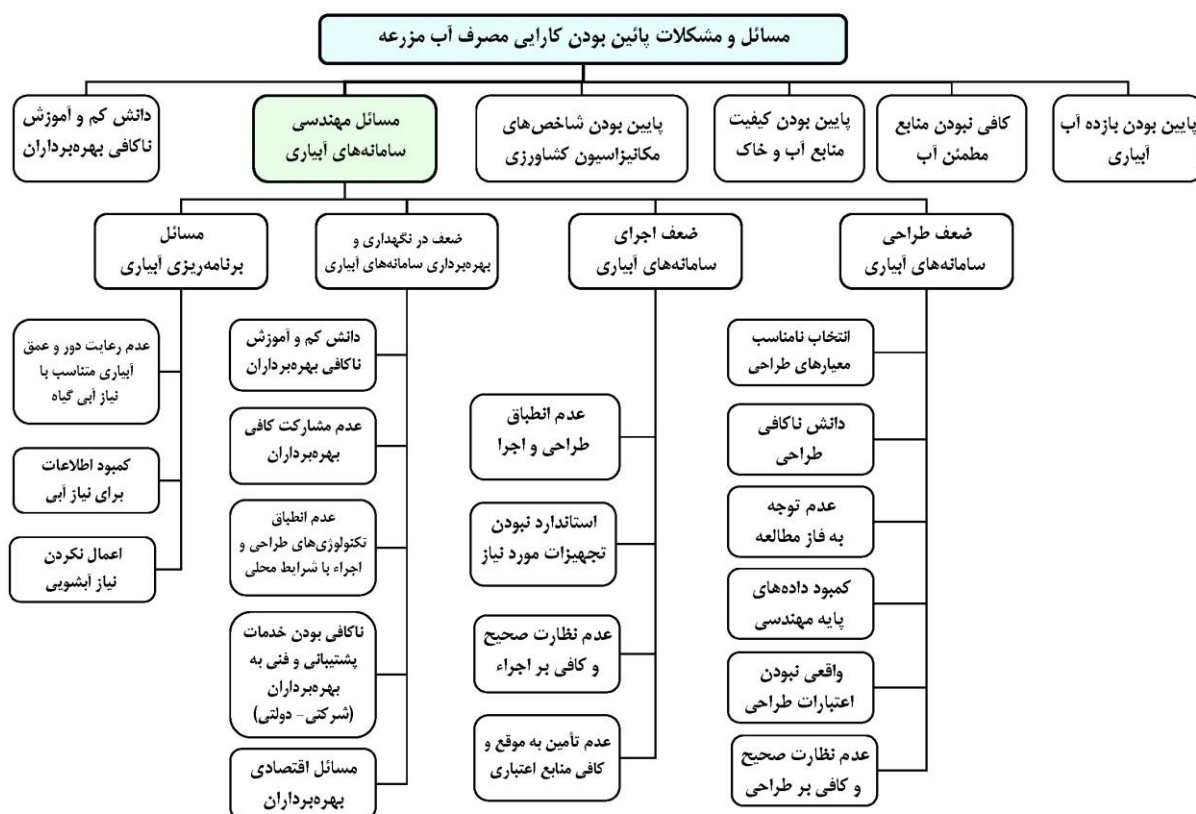
شکل ۱- درخت سلسله‌مراتبی مسائل فراروی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه (شاخه مسائل بازده آبیاری)



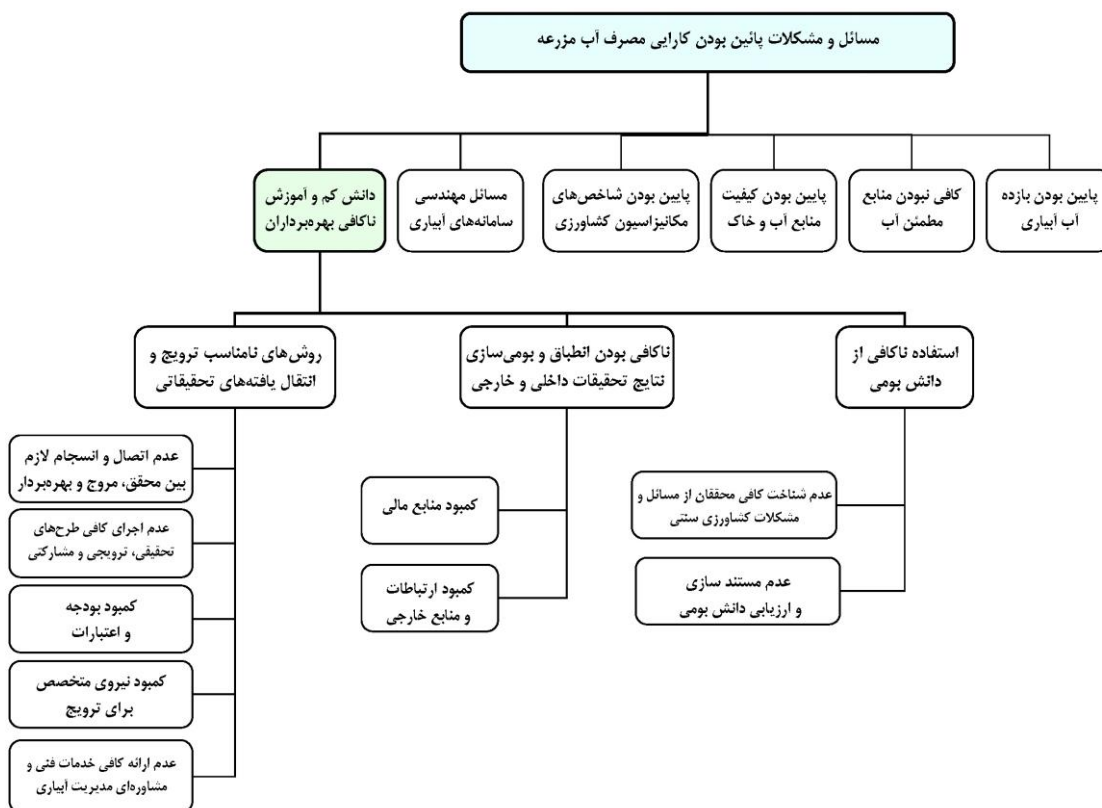
شکل ۲- درخت سلسله‌مراتبی مسائل فراروی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه (شاخه مسائل منابع آبیاری)







شکل ۵: درخت سلسله‌مراتبی مسائل فراروی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه (شاخه مسائل سامانه‌های آبیاری)



جدول ۱- تعداد مسائل شناسایی شده فراروی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه در کشور\*

طبقه (زیرشاخه)	تعداد مسائل شناسایی شده						جمع مسائل در طبقه	درصد از کل (%)
	شاخه بازده آبیاری	شاخه منابع آبیاری	شاخه کیفیت منابع آب و خاک	شاخه مکانیزاسیون کشاورزی	شاخه سامانه‌های آبیاری	شاخه آموزش بهره‌برداران		
اول	۲	۳	۳	۸	۴	۳	۲۳	۱۷/۸
دوم	۱۲	۹	۱۵	۳۹	۱۸	۹	۱۰۲	۷۹/۱
سوم	-	-	-	۴	-	-	۴	۳/۱
جمع	۱۴	۱۲	۱۸	۵۱	۲۲	۱۲	۱۲۹	۱۰۰
درصد از کل (%)	۱۰/۹	۹/۳	۱۳/۹	۳۹/۵	۱۷/۱	۹/۳	۱۰۰	

\* بر مبنای جمع تعداد خانه‌ها (باکس‌ها) ی مربوطه در درخت سلسله‌مراتبی ارائه شده در شکل‌های ۱ الی ۶)

جدول ۲- پروژه‌های محوری و راهکارهای دارای اولویت از نوع اجرایی، تحقیقاتی و اجرایی - تحقیقاتی

دارای اولویت از نوع اجرایی	دارای اولویت از نوع اجرایی - تحقیقاتی	دارای اولویت از نوع تحقیقاتی
<p><b>۱) بهبود مدیریت کنترل منابع آبیاری و افزایش بازده آبیاری در مزرعه</b></p> <p>۱. نظارت و جلوگیری از برداشت بی‌رویه از منابع آبیاری در دسترس</p> <p>۲. افزایش میزان آگاهی کشاورزان از مسائل آب، خاک و گیاه</p> <p>۳. توجه بیشتر به فاز مطالعه در مطالعه و طراحی سامانه‌های آبیاری</p> <p>۴. تسطیح مناسب اراضی</p> <p>۵. نظارت صحیح و کافی بر طراحی، در مطالعه و طراحی سامانه‌های آبیاری</p> <p>۶. تأکید بر انطباق طراحی و اجرا به منظور بهبود اجرای سامانه‌های آبیاری</p> <p>۷. استاندارد کردن تجهیزات موردنیاز به منظور بهبود اجرای سامانه‌های آبیاری</p> <p>۸. نظارت صحیح و کافی بر اجرا به منظور بهبود اجرای سامانه‌های آبیاری</p> <p>۹. آموزش و ارتقاء دانش بهره‌برداران برای بهبود نگهداری و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری</p> <p>۱۰. افزایش خدمات فنی و پشتیبانی به بهره‌برداران در طراحی و اجرا سامانه‌های آبیاری</p> <p>۱۱. کنترل و نظارت بر حقایقها</p> <p>۱۲. استفاده از سیستم‌های آبیاری مناسب به جای روش‌های سنتی موجود</p> <p>۱۳. استفاده از لوله به جای کانال جهت انتقال آب</p> <p>۱۴. استفاده از انرژی سدها و مخازن جهت اجرای سیستم‌های آبیاری مناسب</p>	<p><b>۱) افزایش بازده آبیاری مزرعه</b></p> <p>۱. واقعی نمودن قیمت آب برای بهبود مدیریت کاربرد آب و جلوگیری از آبیاری بی‌رویه</p> <p>۲. اجراء، نظارت و بهره‌برداری صحیح از روش‌های نوین آبیاری</p> <p>۳. انتخاب روش مناسب آبیاری</p> <p>۴. تجهیز و یکپارچه‌سازی اراضی برای توسعه پایدار روش‌های نوین آبیاری</p> <p>۵. افزایش کاربرد تکنیک‌های فنی مدیریتی</p>	<p><b>۱) تحقیق در زمینه مسائل کشاورزی سنتی و دانش بومی کشاورزی و مدیریت آب در کشور</b></p> <p>۱. افزایش شناخت محققان از مسائل و مشکلات کشاورزی سنتی</p> <p>۲. توجه بیشتر به ارزیابی دانش بومی و مستندسازی آن</p>

ادامه جدول ۲- پروژه‌های محوری و راهکارهای دارای اولویت از نوع اجرایی، تحقیقاتی و اجرایی- تحقیقاتی

دارای اولویت از نوع تحقیقاتی	دارای اولویت از نوع اجرایی- تحقیقاتی	دارای اولویت از نوع اجرایی
۲) تحقیق در زمینه معیارهای مناسب طراحی مورد استفاده در مطالعه و طراحی سامانه‌های آبیاری	۲) مدیریت بهبود کارایی مصرف آب در کشاورزی دیم ۱. توسعه استفاده از تکنیک‌های آبیاری تکمیلی در کشاورزی دیم ۲. استفاده بیشتر از روش‌های حفظ رطوبت خاک در کشاورزی دیم ۳. گسترش استفاده از فن‌آوری‌های استحصال آب باران در کشاورزی دیم ۴. کاربرد مناسب و کافی از تکنیک‌های به زراعی و به نژادی در کشاورزی دیم	۲) بهبود کارایی مصرف آب مزرعه با ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی ۱. فرهنگ‌سازی و جلب مشارکت کشاورزان برای ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون از طریق اصلاح و بهینه‌سازی اندازه قطعات زراعی ۲. افزایش فعالیت‌های تجهیز و نوسازی اراضی برای ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون ۳. پایداری اقتصاد تولید به منظور اقتصادی نمودن مکانیزاسیون ۴. افزایش دانش بهره‌برداران برای ارائه الگوهای مناسب مکانیزاسیون ۵. ساماندهی نهاده‌های کشاورزی با تأمین به موقع نهاده‌ها ۶. ساماندهی نهاده‌های کشاورزی با استفاده بهینه از نهاده‌ها
-	۳) مدیریت اصلاح و بهبود عملکرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار ۱. جلب مشارکت بهره‌برداران برای بهبود نگهداری و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری ۲. انطباق و سازگاری فن‌آوری‌های طراحی و اجرا سامانه‌های آبیاری با شرایط محلی ۳. رعایت صحیح دور و عمق آبیاری متناسب با نیاز آبی گیاهان و روش آبیاری به منظور برنامه‌ریزی صحیح آبیاری	۳) ساخت و یا تکمیل شبکه‌های آبیاری فرعی و شبکه‌های زهکشی اراضی پایاب منابع آب تنظیم شده
-	۴) مدیریت بهبود کیفیت منابع آب و خاک مزارع کشاورزی ۱. بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه جهت جلوگیری از زه دار شدن اراضی ۲. توسعه و بهبود مدیریت استفاده تلفیقی از منابع آب شور و شیرین ۳. مدیریت صحیح سطح ایستابی ۴. پایش اراضی از نظر ابتلا به زه دار شدن ۵. ارتقاء مدیریت مواد آلی، بقایای گیاهی و ساختمان خاک ۶. مدیریت کاربرد آب‌های نامتعارف و حفظ تعادل نمک در خاک	۴) ارتقاء دانش بهره‌برداران ۱. ایجاد اتصال و انسجام لازم بین محقق، مروج و بهره‌بردار ۲. اجرای کافی طرح‌های تحقیقی، ترویجی و مشارکتی ۳. تأمین نیروی‌های متخصص برای ترویج کشاورزی ۴. افزایش خدمات فنی و مشاوره‌ای در زمینه مدیریت آبیاری
-	۵) ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون مرتبط با کارایی مصرف آب مزرعه ۱. کاهش تلفات آب مجازی با کاهش افت‌های برداشت محصول (افت‌های کمباینی و ...) ۲. استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی کمبینه و کاشت داخل بقایا ۳. ارائه دستورالعمل‌های فنی و نظارت و ترویج صحیح برای اجرای دستورالعمل به منظور رعایت اصول صحیح تهیه زمین و کاشت ۴. ساماندهی نهاده‌های کشاورزی با ارتقاء کیفیت نهاده‌ها ۵. تهیه و ارائه دستورالعمل‌های فنی و اجرایی برای مناطق مختلف کشت به منظور ارائه الگوهای مناسب مکانیزاسیون و مبارزه با علف‌های هرز ۶. مبارزه صحیح و به موقع با علف‌های هرز	-

## نتیجه گیری

در تایید مطالب اشاره شده در بالا و بر اساس نتایج این تحقیق، مشاهده می‌گردد مسائل مدیریت آب و خاک و یا وابسته به آن (مخرج کسر شاخص کارایی مصرف آب) و مسائل زراعی، خاک، ماشین و سایر مسائل (صورت کسر شاخص کارایی مصرف آب) به ترتیب ۵۱/۲ و ۴۸/۸ درصد مسائل را شامل می‌گردند. این امر حاکی از آن است که از جنبه‌های راهبردی، مسائل و راهکارهای افزایش کارایی مصرف آب مزرعه کشور را نباید فقط در مسائل مدیریت آب جستجو نمود و بلکه علاوه بر مسائل مرتبط با مدیریت آب، مسائل زراعی و به خصوص مسائل مکانیزاسیون مزرعه و سایر مسائل وابسته به صورت کسر، نیز نقش مهمی در این زمینه ایفاء می‌نمایند.

## منابع مورد استفاده

آبسالان، ش.، کریمی، م.، حیدری، ن.، دهقان، ا.، عباسی، ف. و رحیمیان، م. ح. ۱۳۸۹. تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب در اراضی شور پائین دست حوضه آبریز کرخه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۸۹/۱۲۶۷، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

انتصاری، م. ر.، حیدری، ن.، خیرابی، ج.، علایی، م.، فرشی، ع. ا.، وزیر، ژ.، دهقانی سانجج، ح.، سادات میری، م. ح.، کاظمی، پ. و میر لطیفی، م. ۱۳۸۶. کارایی مصرف آب در کشت گلخانه ای. انتشارات گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۱۱۱.

برنامه پنج ساله چهارم توسعه زیر بخش آب و خاک. ۱۳۸۲. تبیین وضع موجود عملکردها، نقاط قوت و ضعف، چالش ها و چشم انداز آینده، معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، خرداد ماه ۱۳۸۲.

بی‌نام. ۱۳۸۹. گزارش تحلیلی از عملکرد برنامه‌های قبل معاونت آب و خاک و صنایع و پیش نویس برنامه پنجم سازندگی. معاونت طرح و برنامه وزارت جهاد کشاورزی، مرداد ۱۳۸۷.

حیدری، ن. - الف. ۱۳۸۸. مسائل، چالش‌ها و راهبردهای ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در ایران. مجموعه مقالات دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران "مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم اندازها"، ۵-۶ اسفند ۱۳۸۸، تهران.

حیدری، ن. - ب. ۱۳۸۸. چالش‌ها و راهبرد های بهبود بهره‌وری و استفاده پایدار از منابع آب در بخش کشاورزی ایران. ه مایش ملی پایداری کمی و کیفی منابع آب کشور، ۱۵ بهمن ۱۳۸۸، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.

حیدری، ن. - ج. ۱۳۹۴. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب پتانسیل و مزیت نسبی کشت محصولات زراعی و باغی عمده فاریاب در حوضه آبریز کرخه. گزارش پژوهشی نهایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، در دست انتشار.

مفهوم کارایی مصرف آب، در واقع همان بهره‌وری آب در مقیاس مزرعه است. شاخص کارایی مصرف آب شاخص کمی و قابل اندازه‌گیری بوده و از نسبت کیلوگرم محصول تولید شده در مزرعه به آب تحویلی در ابتدای مزرعه حاصل می‌گردد.

مسائل و مشکلات فرا روی افزایش کارایی مصرف آب در مقیاس مزرعه، با توجه به تمرکز بیشتر فعالیت‌های بهره بردار و حتی برنامه ریزان در این مقیاس، بسیار زیاد و متنوع می‌باشند. در این راستا جامع‌نگری‌های لازم در بررسی مسائل، چالش‌ها و اهداف و اولویت‌ها مورد نیاز است و بررسی‌های یک‌جانبه و یک‌سونگر راهگشا نمی‌باشند. لذا در این تحقیق تلاش گردید تا عوامل مؤثر در افزایش کارایی مصرف آب مزارع کشور به صورت سیستماتیک و با مشارکت گروه داران موضوع شناسایی شود و راهکارهای لازم برای رفع این مسائل ارائه گردد.

در مجموع، مسائل و چالش‌های اصلی در افزایش کارایی مصرف آب مزارع کشور را می‌توان در شش گروه اصلی مسائل پایین بودن بازده (راندمان) آبیاری، ناکافی بودن منابع مطمئن آب، پایین بودن کیفیت منابع آب و خاک، پایین بودن شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی، مسائل مهندسی سامانه‌های آبیاری و دانش کم و آموزش ناکافی بهره‌برداران خلاصه نمود. مسائل شناسایی شده شامل طیف وسیعی از مسائل کاربرد آبیاری در مزرعه، تأمین آبیاری، مسائل زراعی، مسائل خاک، مکانیزاسیون، مسائل خاص کاربرد روش‌های نوین آبیاری و مسائل ترویج-آموزش - ظرفیت‌سازی‌های بهره‌برداران می‌باشند. از جنبه کمی، جمعاً ۱۲۹ مورد مسئله و مشکل فراروی افزایش کارایی مصرف آب مزرعه در کشور، شناسایی گردید. مسائل تحت گروه‌های شش‌گانه اصلی اشاره شده در بالا، به ترتیب ۱۰/۹، ۹/۳، ۱۳/۹، ۳۹/۵ و ۱۷/۱ درصد از کل مسائل را شامل می‌شوند.

راهکارها و پروژه‌های محوری اولویت‌دار مورد نیاز برای بهبود کارایی مصرف آب مزارع کشور را باید در محورهای نظیر بهبود مدیریت کنترل منابع آب، افزایش بازده آبیاری در مزرعه، ارتقاء شاخص‌های مکانیزاسیون، افزایش کارایی مصرف آب در کشاورزی دیم، توسعه پایدار سامانه‌های آبیاری تحت فشار، مدیریت بهبود کیفیت منابع آب و خاک و توجه به مسائل کشاورزی سنتی و حل مسائل کشاورزی سنتی جستجو نمود.

برای بهبود شاخص کارایی مصرف آب در مزارع کشور باید به موازات کاهش مصرف آب (مخرج کسر) عملکرد محصول (صورت کسر) نیز افزایش یابد. در واقع اثرگذاری اقدامات و فعالیت‌های بهبود بهره‌وری آب وقتی عملی می‌گردد که اقدامات انجام شده منجر به تغییرات در صورت و مخرج کسر (افزایش صورت و کاهش مخرج)، به‌طور همزمان باشد. لذا نگرش توأم به کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد برای افزایش کارایی مصرف آب، رویکرد علمی‌تر و عملی‌تر برای نیل به اهداف برنامه‌های توسعه در کشور است (حیدری - الف، ۱۳۸۸ و حیدری - ب، ۱۳۸۸).



Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, OX10 8DE, UK.

Stewart, J.I., Hagan, R.M., Pruitt, W.O., Hanks, R.J., Riley, J.P., Danielson R.E., Fraanklin, W.T., and Jackson, E.B. 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah Water Research Laboratory Publication, PRWG151-1.

Zwart, S.J. and Bastiaanssen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management* 69(2): 115-133.

Kijne, J.W., Tuong, T.P., Bennett, J., Bouman, B., and Oweis, T. 2003. Ensuring food security via improvement in crop water productivity. Background paper in CGIAR Challenge Program on Water and Food. CGIAR, IWMI, Colombo, Sri Lanka; 3-42.

Molden, D., Murray-Rust, H., Sakthivadivel, R., and Makin, I. 2003. "Water Productivity in Agriculture: Limits and opportunities for improvement", A water-productivity framework for understanding and action, Comprehensive assessment of water management in agriculture, series no. 1, International Water Management

## Problems and Measures of Improving Water Use Efficiency at Fields in Iran

N. Heydari<sup>1</sup>

### Abstract

Development of agriculture and sustainable crop production in the arid and semi-arid regions depends mainly on improving water productivity (WP) at the field scale, which is referred to as water use efficiency (WUE). The WUE index is indicative of the amount of crop produced per unit amount of water consumed at the field level. This index increases with the increase in crop yield, reduction in water used, and both of the effects of these two factors together. The issues and sources of inefficiencies leading to the low values of WUE at the field scale could be various. The field scale is the domain which all of the agronomic practices, including land preparation, cultivation, crop treatments, and crop harvest occur in this environment. Moreover, the field is the place which all of the water management activities, from the source of water to the location of consumption, are all for this place. Therefore, the problems and issues of this water management scale directly and significantly affect on the extents of water use and the yield, which is the final goal of the producers. Considering interrelation and linkage of different scales, the issues of the field scale, causes higher scale problems, e.g., environmental pollution, over exploitation of water resources, and socio-economic problems. Through facilitated brain storming meetings and harvest of the ideas of experts, resource persons, and the stakeholders from water management sector in general and the agricultural water in specific, the issues, problems, and challenges regarding improvement of WUE in the field scale in Iran were systematically and in a participatory way was identified. The experts were gathered and participated in the different brain storming meetings to identify the relevant problems, issues, and the challenges. The research outputs were mainly in the form of problem-tree. However some related measures and strategic executive and research pivots and objectives were also developed. Based on the results, the main sources of inefficiencies in field-scale WP (WUE) could be summarized in six main category as: 1) Low irrigation efficiencies, 2) Inadequate sources of reliable irrigation water resources, 3) Low quality of soil and water resources, 4) Low values of mechanization indices, 5) Problems associated with the irrigation systems, 6) Low levels of farmer's knowledge and skills. From quantitative aspects, the number of problems in each of the six categories included 10.9, 9.3, 13.9, 39.5, 17.1, and 9.3 percent of the total problems respectively. From the strategic view points, the results of this research indicated that the issues and measures of improving WUE should not only followed in the water management sector but the agronomic issues and measures, especially agricultural mechanization, also play and important role in this aspect.

**Keywords:** Field, Measure, Problem, Water use efficiency

---

1 - Associate Prof., Irrigation and Drainage Dep., Agr. Eng. Res. Ins. (AERI), P. O. Box 31585-845, Karaj, Iran., Fax: +98-26-32706277, Email: [nrheydari@yahoo.com](mailto:nrheydari@yahoo.com)

Received: July 8, 2015

Accepted: November 16, 2015

