

مقاله علمی-پژوهشی

## بررسی راندمان کاربرد آبیاری و حجم آبیاری در برخی مزارع گندم استان سمنان

نادر نادری<sup>\*۱</sup>

### چکیده

با توجه به اهمیت مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، در این تحقیق راندمان کاربرد آب آبیاری و حجم آب آبیاری در مزارع گندم استان سمنان بررسی شد. حجم جریان ورودی، رواناب خروجی، رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری و عمق ریشه اندازه‌گیری و بر اساس آن‌ها مقادیر راندمان کاربرد آب آبیاری تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تلفات آب در آبیاری اول وجود دارد و راندمان کاربرد آب آبیاری نسبت به عوامل متعددی از قبیل مدیریت مزرعه، عمق، طول و شیب جویچه‌ها، خصوصیات فیزیکی خاک متغیر است. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری برای مزارع گندم استان برابر ۳۰/۶ درصد برآورد شد. بی‌توجه بودن به خصوصیات خاک، شیب زمین، عمق و طول جویچه‌ها، عدم تسطیح مناسب و نامناسب بودن زمان شروع آبیاری با نیاز آبی گیاه و کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها سبب افزایش تلفات آب در مزارع شده بود. متوسط حجم آب آبیاری در شاهرود، سمنان، دامغان و گرمسار به ترتیب ۷۷۰۰/۷، ۶۶۲۸/۳، ۵۸۷۵/۴ و ۷۸۹۰/۸ مترمکعب در هکتار بود. مقایسه نیاز آبی محاسباتی با میزان حجم آب آبیاری، نشان از اعمال کم آبیاری در مزارع گندم سمنان و دامغان می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که نیاز آبی محاسباتی نسبت به مقادیر موجود در سند ملی آب بیشتر بود. با توجه به سطح زیر کشت گندم در استان، به ازای هر یک درصد افزایش در راندمان کاربرد آب آبیاری، حدود ۷۹۳۰۰۰ مترمکعب در مصرف آب صرفه‌جویی خواهد شد.

**واژگان کلیدی:** آب آبیاری، رطوبت خاک، سند ملی آب، نیاز آبی گندم

### مقدمه

تأکید شده است، گیاه تنها آب ذخیره‌شده در منطقه ریشه را استفاده نموده و آبی که به‌صورت رواناب و یا نفوذ عمقی از دسترس ریشه خارج می‌شود جزو تلفات به حساب می‌آید. از این رو راندمان کاربرد آب آبیاری نسبت به عمق آب ذخیره‌شده در منطقه ریشه به عمق کل آب ورودی به مزرعه است؛ بنابراین هرچه حجم آب ورودی بیشتر باشد (آبیاری بی‌رویه)، به علت نفوذ عمقی و رواناب سطحی، راندمان کاربرد آب آبیاری کاهش می‌یابد. از این رو ضروری است تا با طراحی مناسب قطعات آبیاری، توسعه روش‌های نوین آبیاری و سایر موارد مرتبط با مدیریت آب در مزرعه، راندمان کاربرد آب آبیاری در مزرعه بهبود یابد (Raine and McClymont, 1997).

با توجه به اهمیت راندمان آبیاری و حجم آب آبیاری محصولات زراعی در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب و اقتصاد کشاورزی، تعیین آن‌ها در مناطق مختلف ضروری است. با تعیین این شاخص‌ها و تأثیر تجربیات عملی کشاورزان بر آن و تلفیق این تجربیات با اصول علمی می‌توان راهکارهای لازم جهت بهبود آن‌ها را ارائه نمود. همان‌طور که در تعاریف راندمان کاربرد

<sup>۱</sup> استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران. (\*نویسنده مسئول: Naderi7367@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲

اسدی و همکاران (۱۳۷۵) با مطالعه‌ای یک‌ساله، بازده کاربرد آب آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین را در مناطق کرمان، اصفهان، ارومیه و گرگان مورد ارزیابی

پژوهشی در سطح مزارع شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود در حوضه دریاچه ارومیه سه محصول از الگوی کشت منطقه با بیشترین سطح زیر کشت (چغندر ۱۰ درصد، یونجه ۲۲ درصد و گندم ۳۸ درصد) انتخاب و راندمان آبیاری در آن‌ها ارزیابی شد. روش آبیاری مزارع به صورت آبیاری سطحی بود. راندمان کاربرد آب آبیاری در مزارع بر اساس تحلیل بیلان رطوبتی خاک، از ۴۱ درصد در بافت خاک لوم رسی شنی تا ۶۶ درصد برای بافت رسی متغیر بوده است. میزان بهره‌وری آب در این شبکه (برحسب ریال به ازای هر مترمکعب آب مصرفی) بین ۲۷۴۰ برای یونجه با سن بالای ۱۰ سال و ۶۹۰۰ برای گندم بوده است و نتیجه گرفته شد که در صورت محدودیت آب، به لحاظ اقتصادی اولویت کشت به ترتیب با گندم، چغندر قند و یونجه خواهد بود (جمالی و همکاران، ۱۳۹۷).

عظیمی دزفولی (۱۳۹۸) سهم مصرف آب در تولید محصولات زراعی-راهبردی کشور را برآورد نمود. این کار با استفاده از بانک اطلاعات نیاز خالص آبیاری محصولات، آمار زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ و با فرض راندمان کاربرد ۴۴/۷ درصد، انجام شد. نتایج نشان داد، حداکثر حجم آب مصرفی تولید این محصولات، ۷۸/۶ میلیارد مترمکعب است و بیشترین آب مصرفی به حجم ۱۶/۹ میلیارد مترمکعب، به تولید ملی گندم اختصاص داشته که ۱۸/۳ درصد از کل آب مصرفی محصولات زراعی آبی کشور را شامل می‌شود. با مقایسه متوسط حسابی نیاز خالص آبی گندم با دیگر محصولات در ۶۲۰ دشت کشور ملاحظه شد که محصول گندم بعد از جو کمترین میزان نیاز خالص آبیاری (۳۵۶۲ مترمکعب در هکتار) را داشته، در نتیجه حجم مصرف آب تولید ملی گندم متأثر از گستردگی اراضی کشت گندم آبی در کشور (۲/۴ میلیون هکتار) بوده است. زاهدپور یگانه و همکاران (۱۳۹۶) بازده کاربرد و بهره‌وری سامانه‌های آبیاری سطحی را در ارومیه مورد بررسی قرار دادند. متوسط بازده کاربرد و بهره‌وری آب برای مزارع گندم به ترتیب ۳۰/۹ درصد و ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. از دلایل اصلی کاهش بازده کاربرد آب آبیاری در مزارع (به‌ویژه کشت پاییزه) تسطیح نامناسب بود که باعث افزایش عمق آب کاربردی در مزارع شده بود. پژوهشی به منظور

قراردادند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد، بازدهی کاربرد آبیاری در اکثر مزارع مورد مطالعه در حد قابل قبولی نبوده و مقادیر آن در طول فصل زراعی متغیر است. آن‌ها همچنین حداقل و حداکثر بازدهی کاربرد آب آبیاری را در مزارع مناطق مورد مطالعه اصفهان و ارومیه، به ترتیب ۱۶/۷ و ۶۴/۹ درصد گزارش کردند، آنان ضعف طراحی و عدم مدیریت صحیح آبیاری را دلیل عمده پایین بودن راندمان آبیاری بیان کردند. عباسی و همکاران (۱۳۷۸) از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۷۷ مطالعاتی را در استان‌های خراسان، گلستان و اصفهان روی ارزیابی راندمان روش‌های آبیاری سطحی انجام دادند. 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 شد. آن‌ها بیان داشتند که روش آبیاری تأثیر به‌سزایی در افزایش راندمان آبیاری دارد. به طوری که حداقل راندمان کاربرد در روش آبیاری نواری و کرتی و حداکثر آن به روش آبیاری جویچه‌ای با کاهش جریان تعلق داشت.

باغانی (۱۳۸۲) پژوهشی به منظور بررسی وضعیت مدیریت آبیاری سطحی در استان خراسان در سه سال متوالی انجام داد. در این تحقیق ۶ مزرعه در مناطق مختلف تحت مدیریت کشاورزان مورد ارزیابی قرار گرفته است (۲۳ بار ارزیابی). نتایج آزمایش‌ها نشان داد که تغییرات بازده کاربرد آبیاری در مزارع مورد آزمایش بسیار زیاد است. این مقادیر از ۴/۲ تا ۹۳ درصد متغیر بوده است. وی گزارش نمود که در آبیاری‌های اولیه در زمانی که عمق ریشه کم است، بازده کاربرد آبیاری بسیار کم و از اواسط دوره رشد به بعد وضعیت مطلوبی پیدا می‌کند.

کانونی (۱۳۸۶) در تحقیقی راندمان آبیاری جویچه‌ای را تحت مدیریت‌های بخش دولتی و خصوصی در مغان مورد بررسی قرار داد. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در مزارع ذرت و چغندر قند تحت مدیریت بخش دولتی به ترتیب ۲۴/۹ و ۶۲/۷ درصد و در مزارع تحت مدیریت بخش خصوصی به ترتیب ۶۵/۳ و ۳۵/۶ درصد به دست آمد. مدیریت آبیاری از نظر توجه به خصوصیات خاک و تناسب بین زمان شروع آبیاری و نیاز آبی گیاه از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر راندمان آبیاری بوده است. طی

در استرالیا با مطالعه وسیع روی ۷۹ مورد آبیاری جویچه‌ای در مزارعی که زیر کشت پنبه قرار داشتند راندمان کاربرد آب آبیاری را ۱۷ تا ۱۰۰ درصد و به طور متوسط ۴۸ درصد گزارش کرده‌اند (Smith et al., 2005). با توجه به کمبود آب در استان سمنان تعیین راندمان آبیاری و حجم آب آبیاری و ارائه راهکارها در جهت بهبود آن‌ها بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا هدف این تحقیق تعیین راندمان کاربرد آب آبیاری و حجم آب آبیاری در مزارع گندم استان سمنان بوده است. همچنین نیاز آبی با استفاده از آمار هواشناسی و با داده‌های موجود در سند ملی آب تعیین و با حجم آب آبیاری مقایسه شده است. پس از انجام عملیات ارزیابی، نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل و عوامل مؤثر بر افزایش یا کاهش راندمان آبیاری بررسی شده‌اند.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعدادی از مزارع گندم در شهرستان‌های شاهرود، سمنان، دامغان و گرمسار در سال ۱۳۸۹ انتخاب شدند. مزارع طوری انتخاب شدند که شرایط مختلف از جمله بافت خاک، مدیریت‌های مختلف زراعی و رقم گندم را پوشش دهند. سپس اطلاعات در مورد تجربیات، تکنیک‌های مورد استفاده در آبیاری، میزان آب مصرفی برای تولید محصول و بافت خاک جمع‌آوری گردید. در مزارع انتخابی، سیستم آبیاری سطحی با روش‌های معمول ارزیابی گردید. در نهایت پس از جمع‌آوری میدانی داده‌ها و انجام عملیات ارزیابی و تعیین راندمان کاربرد و حجم آب آبیاری، نتایج بدست آمده، تجزیه و تحلیل شده‌اند. مشخصات کلی و مشخصات فنی مزارع در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. بازده آبیاری (راندمان کاربرد آب آبیاری) در هر مزرعه در سه نوبت (اوایل، اواسط و اواخر فصل زراعی) تعیین شده است. در هر منطقه ارزیابی‌ها در سه مزرعه انجام شده است. آب مصرفی در هر مزرعه نیز تعیین شده است. نیاز آبی با روش پنمن-مانتیت نیز محاسبه گردید. جهت ارزیابی و اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب آبیاری در هر کدام از مزارع انتخابی، کلیه عوامل فیزیکی خاک مزرعه (جرم مخصوص ظاهری، رطوبت نقطه پژمردگی، رطوبت ظرفیت زراعی) تعیین شده است. آب ورودی و خروجی در قطعه

بررسی تغییرات ابعاد نوار و عمق توسعه ریشه گندم در منطقه حمیدیه خوزستان بر تغییر راندمان کاربرد آب آبیاری انجام شد، عمق مؤثر توسعه ریشه گندم رقم چمران ۱۰۰ روز پس از کاشت (اوایل اسفندماه در زمان پس از گلدهی) ۴۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری و راندمان کاربرد آب آبیاری در شرایط نوری در شرایط زارع حدود ۳۰ درصد تعیین شد. انجام عملیات مناسب شخم و بهسازی خاک و نیز اصلاح ابعاد نوار و مدیریت آبیاری به‌عنوان عوامل مؤثر بر افزایش نسبی راندمان کاربرد آبیاری در شرایط زارع توصیه گردید (تافته و همکاران، ۱۳۹۶). چن و همکاران گزارش کردند که برای رسیدن به بهترین راندمان کاربرد در آبیاری نوری گندم در خاک نیمه سنگین حداقل مدت‌زمان آبیاری باید ۱۲۰ دقیقه باشد. همچنین برای دستیابی به راندمان بالا در روش آبیاری نوری طول کمتر از ۱۲۰ متر و عرض ۳ تا ۵ متر را پیشنهاد نمودند (Chen et al., 2012).

تحقیقی باهدف بررسی تأثیر تغییر شیب طولی جویچه از حالت خطی به حالت منحنی (مقعر یا محدب) روی پارامترهای ارزیابی آبیاری جویچه‌ای انجام شد. به این منظور یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با تیمارهای شیب مقعر، محدب با سه تکرار در مزرعه آزمایشی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. شاخص‌های ارزیابی مانند راندمان کاربرد آب آبیاری و یکنواختی توزیع آب در تیمارها مورد مقایسه آماری قرار گرفت. بر این اساس راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در تیمار شیب مقعر به ترتیب با مقادیر ۷۳ و ۹۲ درصد به شکل معنی‌دار متفاوت از مقادیر متناظر برای تیمار شاهد (۷۰ و ۹۰ درصد) و تیمار شیب محدب (۶۳ و ۸۶ درصد) اندازه‌گیری شد. لذا نتیجه‌گیری شد، ایجاد شیب مقعر طولی در شیارهای آبیاری می‌تواند شاخص‌های ارزیابی و در نتیجه بهره‌وری را تقویت کند (نوری امام زاده‌ئی و همکاران، ۱۳۹۳).

سلامتی و همکاران (۱۳۹۷) حجم آب آبیاری در مزارع گندم تحت روش‌های آبیاری بارانی و سطحی را در شهرستان بهبهان مورد بررسی قرار دادند. ملاحظه شد حجم آب آبیاری گندم در روش‌های آبیاری بارانی و سطحی به‌طور میانگین به ترتیب ۳۸۶۳/۶ و ۴۳۹۸/۷ مترمکعب در هکتار بود. اسمیت و همکاران

تحت آبیاری به‌وسیله فلوم (WSC) تیپ ۴ و یا فلوم (WSC) تیپ ۵ اندازه‌گیری شده است.

جدول ۱- مشخصات کلی مزارع انتخابی

شماره طرح	شهرستان	رقم	روش آبیاری	مساحت هکتار
۱		پیش‌تاز	جویچه‌ای	۷۰
۲	شاهرود	امید	جویچه‌ای	۸
۳		الوند	جویچه‌ای	۱
۴		پیش‌تاز سوپر الیت	جویچه‌ای	۵۰
۵	سمنان	پیش‌تاز مادری	جویچه‌ای	۱۰
۶		کوبر	جویچه‌ای	۴
۷		لاین ۶ اکبری	جویچه‌ای	۵
۸	دامغان	لاین ۶ اکبری	جویچه‌ای	۵
۹		الوند	جویچه‌ای	۱۵
۱۰		پیش‌تاز مادری	جویچه‌ای	۵
۱۱	گرمسار	پیش‌تاز مادری	جویچه‌ای	۲/۵
۱۲		پیش‌تاز مادری	جویچه‌ای	۱۸

جدول ۲- مشخصات فنی مزارع انتخابی

شماره طرح	شیب مزرعه درصد	طول جویچه متر	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری گرم بر سانتی مترمکعب	رطوبت ظرفیت زراعی درصد حجمی	رطوبت نقطه پژمردگی
۱	۰/۳۵	۷۰	رسی سیلتی	۱/۳۴	۳۲/۷	۱۵/۵
۲	۰/۶۵	۶۰	لومی شنی	۱/۴۳	۲۸/۹	۱۳/۷
۳	۰/۵۴	۷۵	لومی شنی	۱/۴۴	۲۷/۸	۱۴/۸
۴	۰/۵۱	۶۰	لومی رسی	۱/۳۵	۳۵/۸	۱۷/۶
۵	۰/۷۲	۶۰	لومی	۱/۴۰	۳۱/۱	۱۴/۴
۶	۰/۶۴	۳۵	لومی شنی	۱/۵۱	۲۵/۲	۱۳/۸
۷	۰/۴۳	۳۰	رسی سیلتی	۱/۲۶	۳۰/۲	۲۱/۵
۸	۰/۶۱	۳۰	رسی سیلتی	۱/۳۰	۲۷/۸	۱۹/۸
۹	۰/۵۸	۷۰	لومی رسی	۱/۳۳	۲۶/۴	۱۶/۱
۱۰	۰/۳۲	۴۰	لومی رسی	۱/۳۷	۳۴/۸	۱۶/۲
۱۱	۰/۴۷	۳۵	لومی شنی	۱/۵۲	۲۵/۸	۱۴/۱
۱۲	۰/۳۹	۳۰	لومی	۱/۴۳	۲۹/۶	۱۸/۹

راندمان کاربرد آب آبیاری بیان‌گر تلفات موجود در مزرعه به‌صورت نفوذ عمقی و رواناب انتهایی مزرعه بوده و از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

$$E_a = \left( \frac{d_1}{d_2} \right) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه  $d_1$ : عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه گیاه و  $d_2$ : عمق آب داده شده به جویچه‌ها است. مقادیر  $d_2$  به‌وسیله فلوم اندازه‌گیری می‌شود. مقدار  $d_2$  از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d_1 = (\theta_2 - \theta_1) \times \rho_b \times R_z \quad (2)$$

پایین‌ترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی  $55/2$  و رواناب سطحی  $16/5$  درصد بوده است. متوسط راندمان کاربرد آبیاری در مزرعه ۲ برابر  $28/3$  درصد بدست آمد. تافته و همکاران (۱۳۹۶) نیز متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در مزارع گندم در حمیدیه خوزستان را حدود ۳۰ درصد اعلام کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. آبیاری بر اساس حقایقه نه بر اساس نیاز گیاه و پائین بودن دبی ورودی به جویچه‌ها باعث افزایش تلفات به‌صورت نفوذ عمقی شده است.

در مزرعه ۳ اندازه‌گیری‌های راندمان کاربرد آب آبیاری در سه نوبت آبیاری در طول فصل زراعی نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۴۱ درصد بوده است. پایین‌ترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی  $56/1$  درصد و رواناب سطحی  $22/4$  درصد بوده است. در مزرعه ۳ میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری برابر  $21/5$  درصد تعیین شد. آبیاری بیش‌ازحد و نفوذپذیری خوب خاک مزرعه و استفاده از دور آبیاری ثابت مطابق با سهم آب کشاورز از آب چاه باعث افزایش تلفات به‌صورت نفوذ عمقی شده است.

در مزرعه ۴ اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب آبیاری طی سه نوبت در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به‌ترتیب  $17/4$ ،  $51/9$  و  $52/0$  درصد بوده است. کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی  $52/9$  درصد و رواناب سطحی  $6/7$  درصد بوده است. در مزرعه ۴ راندمان کاربرد آب آبیاری به‌طور متوسط برابر  $40/4$  درصد اندازه‌گیری شد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد قسمت اعظم تلفات مربوط به نفوذ عمقی است. دلیل این امر آبیاری با دور ثابت بوده است؛ اما در مجموع وضعیت راندمان کاربرد آبیاری در این مزرعه نسبت به دو مزرعه دیگر در سمنان بهتر است که دلیل آن مدیریت بهتر آبیاری مزرعه و شیب کم مزرعه است و آبیاری قبل از رسیدن آب به انتهای جویچه قطع می‌شد که این کار باعث افزایش راندمان کاربرد شده است.

در مزرعه ۵ طی سه نوبت اندازه‌گیری، راندمان کاربرد آب آبیاری به‌ترتیب  $14/7$ ،  $37/4$  و  $39/7$  درصد بوده است. کمترین

که در آن:  $\theta_1$  و  $\theta_2$  رطوبت وزنی خاک قبل و بعد از آبیاری،  $\rho_b$  جرم مخصوص ظاهری خاک و  $R_z$  عمق توسعه ریشه است. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری از منطقه توسعه ریشه‌ها نمونه‌برداری انجام و پس از توزین و خشک کردن آن‌ها در آون و به‌دست آوردن وزن خاک خشک، میزان رطوبت خاک قبل و  $24$  تا  $48$  ساعت بعد از آبیاری تعیین شده است (نادری، ۱۳۹۷). پس از جمع‌آوری میدانی داده‌ها و انجام عملیات ارزیابی‌ها، نتایج بدست آمده تجزیه و تحلیل شده‌اند. همچنین نیاز آبی با استفاده از آمار هواشناسی و با داده‌های موجود در سند ملی آب تعیین و با حجم آب آبیاری مقایسه شده است.

## نتایج و بحث

نتایج راندمان کاربرد آبیاری در مزارع گندم در جدول ۳ ارائه شده است. در مزرعه ۱ اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به‌ترتیب  $15/7$ ،  $48/2$  و  $50/3$  درصد بوده است. پایین‌ترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی  $54/9$  درصد و رواناب سطحی  $7$  درصد بوده است. در مزرعه ۱ راندمان کاربرد آب آبیاری به‌طور متوسط  $38/1$  درصد تعیین شد. زاهدپوریگانه و همکاران (۱۳۹۶) نیز در ارومیه راندمان آبیاری برای مزارع گندم را به‌طور متوسط ۳۱ درصد تعیین نمودند که با نتایج این تحقیق هماهنگ است. پایین‌ترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود که یکی از دلایل آن خشکی سطح مزرعه و نرم بودن خاک مزرعه در اثر عملیات خاک‌ورزی بوده است که این عوامل باعث کندی حرکت جبهه آب در آبیاری اول در طول جویچه‌ها شده است. همچنین در ابتدای فصل رشد جهت جوانه‌زنی بذر آبیاری بیش از حد نیاز گیاه بوده است. این وضعیت در کلیه مزارع تحت ارزیابی وجود داشت. آبیاری بیش‌ازحد در این مزرعه باعث افزایش تلفات شده است. در مزرعه ۲ اندازه‌گیری‌ها نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب  $11/2$ ،  $36/6$  و  $37/1$  درصد بوده است. در این مزرعه نیز

درصد اندازه‌گیری شد. آبیاری بیش‌ازحد و کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است. در مزرعه ۹ اندازه‌گیری‌ها نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۷/۸، ۲۴/۶ و ۲۵/۱ درصد بوده است. کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۳/۵ درصد و رواناب سطحی ۲۷/۴ درصد بوده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بخش زیادی از تلفات آب مربوط به نفوذ عمقی بوده است. در مزرعه ۹ میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری ۱۹/۲ درصد بود.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بخش زیادی از تلفات آب مربوط به نفوذ عمقی و رواناب است. دلیل این امر آبیاری بیش‌ازحد و کوتاه بودن طول جویچه‌ها است، همچنین با توجه به اینکه بافت خاک لومی رسی است جویچه‌ها باید کم‌عمق و عریض باشند درحالی‌که در مزرعه مورد مطالعه چنین نیست و همین موضوع باعث افزایش تلفات می‌شود. در مزرعه ۱۰ راندمان کاربرد آب آبیاری طی سه نوبت اندازه‌گیری به ترتیب ۱۹/۲، ۵۱/۴ و ۴۸/۶ درصد بوده است. کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۴۸/۸ درصد و رواناب سطحی ۱۱/۵ بوده است. در مزرعه ۱۰ راندمان کاربرد آبیاری به‌طور متوسط برابر ۳۹/۷ درصد بدست آمد. استفاده از دور آبیاری ثابت مطابق با سهم آب کشاورز از آب چاه باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است؛ اما در مجموع وضعیت راندمان کاربرد آبیاری در این مزرعه نسبت به دو مزرعه گندم دیگر در گرمسار بهتر بوده است.

در مزرعه ۱۱ سه نوبت اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب آبیاری در طول فصل زراعی نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۱۴/۱، ۴۲/۵ و ۴۴/۱ درصد بوده است. کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۴۴/۰ درصد و رواناب سطحی ۲۲/۴ درصد بوده است. در مزرعه ۱۱ میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری برابر ۳۳/۶ درصد تعیین شد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بخش زیادی از تلفات آب مربوط به نفوذ عمقی است. دلیل این امر استفاده از دور آبیاری ثابت مطابق با سهم آب کشاورز از آب چاه

راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۶/۹ درصد و رواناب سطحی ۱۲/۵ درصد بوده است. در مزرعه ۵ میانگین راندمان کاربرد آب آبیاری ۳۰/۶ درصد بود. آبیاری بیش‌ازحد در این مزرعه باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است. در مزرعه ۶ اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۸/۵، ۳۰/۳ و ۳۴/۷ درصد بوده است. پایین‌ترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۵/۶ درصد و رواناب سطحی ۱۹/۹ درصد بوده است. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری در مزرعه ۶ برابر ۲۴/۵ درصد بدست آمد. آبیاری بیش‌ازحد و پائین بودن دبی ورودی به جویچه‌ها باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است. در مزرعه ۷ طی سه نوبت اندازه‌گیری در طول فصل زراعی، راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۱۵/۲، ۴۷/۱ و ۵۰/۴ درصد بوده است. در اینجا نیز کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۴۷/۶ درصد و رواناب سطحی ۱۴/۹ درصد بوده است. در مجموع وضعیت راندمان کاربرد آبیاری در این مزرعه نسبت به دو مزرعه دیگر گندم در دامغان بهتر بود که دلیل آن مدیریت بهتر آبیاری مزرعه و به کار بردن حجم آب کمتر و شیب طولی کمتر بوده است. در مزرعه ۷ میانگین راندمان کاربرد آب برابر ۳۷/۶ درصد تعیین شد. کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها و استفاده از دور آبیاری ثابت مطابق با سهم آب کشاورز از آب چاه باعث افزایش تلفات به صورت نفوذ عمقی شده است. در مجموع وضعیت راندمان کاربرد آبیاری در این مزرعه نسبت به دو مزرعه دیگر گندم در دامغان بهتر است که دلیل آن مدیریت بهتر آبیاری مزرعه و به کار بردن حجم آب کمتر و شیب طولی کمتر است.

در مزرعه ۸ اندازه‌گیری‌های سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۱۱/۲، ۳۷/۸ و ۳۵/۳ درصد بوده است. کمترین راندمان کاربرد آب آبیاری در آبیاری اول بود. متوسط تلفات آب به صورت نفوذ عمقی ۵۱/۰ درصد و رواناب سطحی ۲۰/۹ درصد بوده است. در مزرعه ۸ راندمان کاربرد آب آبیاری به‌طور متوسط برابر ۲۸/۱

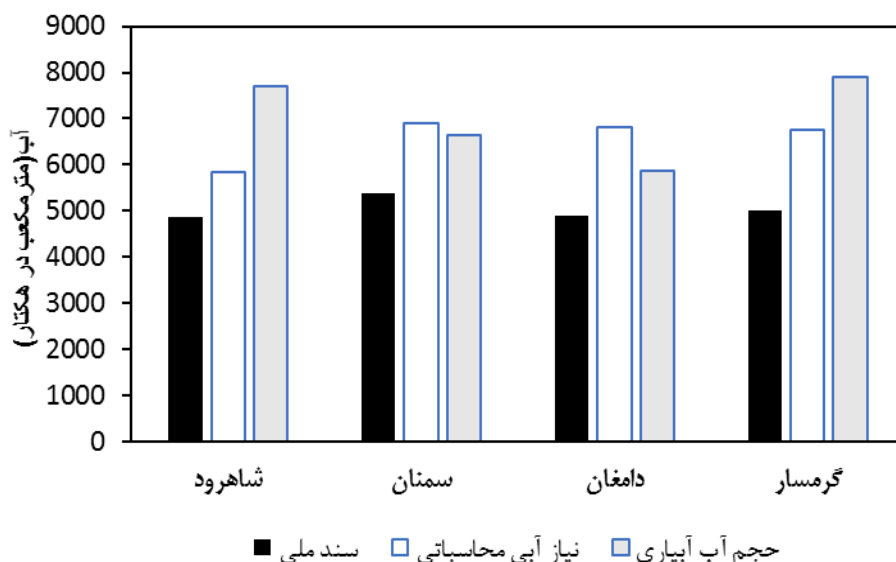
ترتیب ۵۸۵۰، ۶۹۱۰، ۶۸۰۰ و ۶۷۵۰ مترمکعب در هکتار و نیاز آبی گندم طبق سند ملی در شهرستان‌های فوق به ترتیب ۴۸۷۳، ۵۳۷۰، ۴۹۰۶ و ۵۰۱۳ مترمکعب در هکتار بود. همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود میزان نیاز آبی محاسباتی بیشتر از مقادیر ذکر شده در سند ملی آب است. در شهرستان‌های سمنان و دامغان حجم آب آبیاری از نیاز آبی محاسباتی کمتر بوده و آب موردنیاز مزرعه به‌طور کامل تأمین نشده است. براهیمی و غازی (۱۳۹۷) نتیجه گرفتند نیاز آبی در مهر و موم‌های اخیر نسبت به مقادیر ذکر شده در سند ملی آب افزایش یافته است. آن‌ها ملاحظه کردند که تبخیر و تعرق به‌طور متوسط، به‌اندازه ۴۰/۶ درصد در دشت قزوین نسبت به سند ملی آب بیشتر بود. لازم به ذکر است که متأسفانه در حال حاضر طراحی سیستم‌های آبیاری بر اساس اطلاعات موجود در سند ملی آب انجام می‌شود که این امر باعث می‌شود نیاز آبی واقعی گیاه تأمین نشود و در نتیجه سیستم‌های آبیاری کارایی مناسبی نداشته باشند. مقایسه میزان آب آبیاری با نیاز آبی محاسبه‌شده در مزارع گندم نشان می‌دهد که در شهرستان‌های سمنان و شاهرود کم آبیاری صورت گرفته است.

است. همچنین با توجه به بافت سنگین خاک، جویچه‌ها باید عریض‌تر باشند که در اینجا چنین نیست. در مزرعه ۱۲ انداز زهگیری‌های راندمان کاربرد آب آبیاری طی سه نوبت آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری به ترتیب ۱۱/۰، ۳۰/۷ و ۳۴/۲ درصد بوده است. متوسط تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی ۵۶/۹ درصد و رواناب سطحی ۱۷/۸ درصد بوده است. در مزرعه ۱۲ راندمان کاربرد آب آبیاری به‌طور متوسط برابر ۲۵/۳ درصد اندازه‌گیری شد. کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها و کم بودن عرض جویچه‌ها با توجه به بافت سنگین خاک باعث افزایش تلفات به‌صورت نفوذ عمقی شده است. در مجموع نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تلفات آب در آبیاری اول وجود دارد. متوسط مقدار راندمان کاربرد آب آبیاری برای مزارع گندم استان برابر ۳۰/۶ درصد اندازه‌گیری گردید. قسمت عمده تلفات به‌صورت نفوذ عمقی بوده است.

### مقایسه حجم آب آبیاری با مقادیر نیاز آبی

#### محاسباتی و سند ملی آب

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود میزان نیاز آبی محاسباتی در شهرستان‌های شاهرود، سمنان، دامغان و گرمسار به



شکل ۱- مقایسه حجم آب آبیاری، نیاز آبی محاسباتی و نیاز آبی سند ملی

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق راندمان کاربرد آب آبیاری و حجم آب آبیاری در مزارع گندم استان سمنان بررسی شد. همچنین نیاز آبی با استفاده از آمار هواشناسی و با داده‌های موجود در سند ملی آب تعیین و با حجم آب آبیاری مقایسه گردید. متوسط راندمان کاربرد آب آبیاری برای مزارع گندم استان برابر ۳۰/۶ درصد برآورد شد. متوسط حجم آب آبیاری در شهرستان‌های شاهرود، سمنان، دامغان و گرمسار به ترتیب ۷۷۰۰/۷، ۶۶۲۸/۳، ۵۸۷۵/۴ و ۷۸۹۰/۸ مترمکعب در هکتار بود. با توجه به سطح زیر کشت گندم در شهرستان‌های موردبررسی کل آب آبیاری در مزارع گندم این شهرستان‌ها به ترتیب ۲۳/۲۸، ۵۱/۲۴، ۸۷/۵۴ و ۴۲/۲۰ میلیون مترمکعب بوده است. در صورتی که پتانسیل راندمان کاربرد آبیاری را برای آبیاری سطحی ۶۰ درصد در نظر بگیریم (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵)، فاصله وضعیت موجود تا پتانسیل در سامانه‌های سطحی حدود ۲۹/۴ درصد است؛ بنابراین با توجه به کل آب آبیاری در شهرستان‌های مورد بررسی، در صورت رسیدن به راندمان پتانسیل می‌توان حدود ۶۰ میلیون مترمکعب در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات آب در آبیاری اول (خاکاب) وجود داشت. یکی از دلایل آن خشکی سطح مزرعه و نرم بودن خاک در اثر عملیات خاک‌ورزی بود؛ بنابراین برای افزایش راندمان پیشنهاد می‌شود: - تا حد امکان آب بیشتری وارد قطعه تحت آبیاری شود تا مدت زمان آبیاری و در نتیجه تلفات آب کاهش یابد. - همچنین در خاکاب، آبیاری به حدی باید انجام شود که ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر از عمق خاک خیس شود و نیازی به آبیاری بیشتر نیست. - کم بودن دبی ورودی به جویچه‌ها در هر مرحله‌ای از آبیاری باعث افزایش زمان آبیاری و در نتیجه تلفات نفوذ عمقی می‌شود؛ بنابراین تعداد جویچه‌هایی که به‌طور هم‌زمان آبیاری می‌شوند باید متناسب با آب موجود انتخاب شود. - لازم است طول و عرض بهینه جویچه‌ها با توجه به خصوصیات خاک و شیب زمین انتخاب و قبل از کشت تسطیح زمین به‌خوبی انجام شود.

- از رواناب خارج شده از انتهای جویچه‌ها می‌توان در جویچه‌های پایین دست استفاده نمود.  
- لازم است دوره‌های آموزشی در زمینه مدیریت آبیاری سطحی و ترویج یافته‌های علمی برای کشاورزان برگزار شود.

## منابع

اسدی، ا.، اشرفی، ش.، باغانی، ج.، ریاحی، ح.، سهرابی، ت.، رضایی، ح.، عباسی، ف.، کشاورز، ع.، مامن پوش، ع. و میان آبی، ع. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور. بهمن. تهران. ۵۸-۵۱.

باغانی، ج. ۱۳۸۲. بازده (راندمان) کاربرد آبیاری سطحی در استان خراسان. مجموعه مقالات یازدهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. آبان. تهران. ۵۶۱-۵۵۳.

براهیمی، م.، و غازی، ا. ۱۳۹۷. به‌روزرسانی و بازنگری سند ملی آب در دشت‌های قزوین و فومنات. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۲ (۲): ۱۹۹-۲۰۹.

تافته، آ.، امداد، م. ر. و غالبی، س. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر راندمان کاربرد آب آبیاری نواری در شرایط عمق توسعه ریشه موجود و قابل توسعه گندم در اراضی حمیدیه (خوزستان). نشریه حفاظت منابع آب و خاک. ۶ (۴): ۹۰-۷۵.

جمالی، ر.، بشارت، س.، یاسی، م. و امیرپور دیلمی، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی راندمان‌های آبیاری، کارایی مصرف و بهره‌وری آب در حوضه دریاچه ارومیه (مطالعه موردی شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود). نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۲ (۳): ۱۳۰-۱۱۷.

زاهدپوریگانه، ح.، وردی نژاد، و.ر. و دهقانی سانج، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی بازده کاربرد و بهره‌وری سامانه‌های آبیاری سطحی در مزارع منطقه نازلوچای، دشت ارومیه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱ (۴): ۶۹۸-۶۸۵.

سلامتی، ن.، باغانی، ج. و عباسی، ف. ۱۳۹۷. تعیین بهره‌وری مصرف آب در سامانه‌های آبیاری سطحی و بارانی گندم



- نوری امامزاده‌ئی، م. ر.، بخشی، و. و طباطبائی، س. ح. ۱۳۹۳. تأثیر شیب طولی متغیر بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای. علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، ۳۷ (۴): ۹-۱.
- Chen, B., Zhu, O., Zhigang, S., Lanfang, W., and Fadong, L. 2012. Evaluation on the potential of improving border irrigation performance through border dimensions optimization: a case study on the irrigation districts along the lower Yellow River. *Irrigation Science*, 31:715-728.
- Raine, R. and Mcclymont, J. 1997. The development of guidelines for surface irrigation in areas with variable infiltration. *Proceeding of Australian Society of Sugarcane Technologists*: 293-301.
- Smith, R.J., Raine, S.R. and Minkovich, J. 2005. Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton. *Agriculture. Water Management*. 71(2): 117-130.
- (مطالعه موردی بهبهان). مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۹ (۴): ۸۳۰-۸۲۱.
- عباسی، ف.، مامن‌پوش، ع.، باغانی، ج. و کیانی، ع. ر. ۱۳۷۸. ارزیابی بازدهی روش‌های آبیاری سطحی و نحوه کار آن‌ها در سطح کشور. گزارش پژوهشی نهایی به شماره ثبت ۸۸/۴۹. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشور.
- عباسی، ف.، سهراب، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۷ (۶۷): ۱۱۳-۱۲۸.
- عظیمی دزفولی، ع. ا. ۱۳۹۸. برآورد مصرف آب در محصولات زراعی درآمدی بر حسابداری آب کشاورزی. نشریه آب و توسعه پایدار، ۶ (۳): ۳۱-۴۰.
- کانونی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۸ (۲): ۳۲-۱۷.
- نادری، ن. ۱۳۹۷. بررسی بازده آبیاری و بهره‌وری آب در مزارع استان سمنان (شاهرود). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۲ (۴): ۹۰۲-۸۹۴.

## Investigating the application irrigation efficiency and irrigation water in selected wheat fields of Semnan province

N. Naderi<sup>1\*</sup>

### Abstract

Considering the importance of water consumption management in the agricultural sector, in this research, the application water efficiency and the water consumption volume in wheat fields of Semnan province were investigated. The volume of inflow, outflow, soil moisture before and after irrigation and the depth of root were measured and based on them, the values of application water efficiency was determined. The results showed that there are the most water losses in the first irrigation and the application water efficiency varies according to several factors such as farm management, depth, length and slope of furrows, physical properties of the soil. The average values of application water efficiency in the surface irrigation method were estimated at 30.6%. Inattention to the characteristics of the soil, the slope of the land, the depth and length of the furrows, the lack of proper leveling and inappropriate timing of irrigation with the plant's water requirements, and the low flow rate entering the furrows have caused an increase in water losses in the fields. The average volume of water consumption in Shahrood, Semnan, Damghan and Garmsar was 7700.7, 6628.3, 5875.4 and 7890.8 m<sup>3</sup>/ha, respectively. Comparing the calculated water requirement with the volume of irrigation water showed the application of deficit irrigation in the wheat fields of Semnan and Damghan. Also, the results showed that the calculated water requirement was higher than the values in the national water document. According to the area under wheat cultivation in the province, for every one percent increase in application irrigation efficiency, about 793,000 m<sup>3</sup>/ha of water will be saved.

**Keywords:** Irrigation water, National water document, Soil moisture, Wheat Water requirement

---

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Semnan (Shahrood), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran (\* Corresponding Author Email: Naderi7367@yahoo.com)

Received: 27 Feb 2023

Accepted: 23 May 2023