

## بررسی شاخص بهره‌وری آب و مقایسه آن با شرایط فعلی مزارع گندم

محمد رضا قاسمی نژاد رائینی<sup>۱</sup>، صفر معروفی<sup>۲\*</sup>، مهدیه زارع کهن<sup>۳</sup> و عباس ملکی<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا
- ۲- نویسنده مسئول، استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا [smarofi@yahoo.com](mailto:smarofi@yahoo.com)
- ۲- دانشجوی دکتری، گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۱۴

### چکیده

محدودیت منابع آب، عدم برنامه‌ریزی آبیاری و استفاده نامطلوب از آب عامل اصلی محدودکننده توسعه کشاورزی در ایران است. در این پژوهش زمان و میزان آب آبیاری به منظور افزایش بهره‌وری آب در مزارع گندم تعیین گردید. بدین منظور پنج مزرعه گندم در دشت‌های همدان - بهار و رزن - قهاوند در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انتخاب و با استفاده از تانسومتر و بلوک گچی، مصرف آب آنها اندازه‌گیری شد و نهایتاً شاخص بهره‌وری آب با استفاده از حجم آب مصرفی و عملکرد محاسبه شد. نتایج نشان داد که با آموزش برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب، عملکرد محصول گندم به مقدار قابل ملاحظه‌ای (۲۱/۶ درصد) افزایش می‌یابد. این افزایش با کاهش ۲۳/۱ درصدی میزان آب مصرفی در تمامی مزارع مورد مطالعه همراه بوده است و در نتیجه کارایی مصرف آب نیز ۵۵ درصد افزایش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از تانسومتر به عنوان یک ابزار مناسب برای بهبود مدیریت آبیاری از طریق آموزش آن به زارعین استفاده نمود.

کلید واژه‌ها: کارایی مصرف آب، مدیریت آبیاری، گندم، دشت‌های همدان - بهار و رزن - قهاوند.

## Investigation of Water Efficiency Index and its comparison with the Actual Conditions of Wheat Farms

M. Ghasemi Nezhad Raeini<sup>1</sup>, S. Marofi<sup>2\*</sup>, M. Zare Kohan<sup>3</sup> and A. Maleki<sup>4</sup>

- 1- Former M.Sc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
- 2\* - Professor, Department of Water Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
- 3- Ph.D. Student, Department of Plant Breeding, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
- 1- Assistance Professor, Department of Water Engineering, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Received: 5 December 2012

Accepted: 7 May 2014

### Abstract

Water resource limits, missing a developed irrigation program and undesirable water quality are the basic parameters that affect agricultural development of Iran. This research focus on irrigation amount water and its duration in order to increase crop yield of wheat on Hamedan-Bahar and Razan-Ghahavand plains. To this regard, three wheat farms located on different area of the plains were selected during agronomic year 2011. Consumption water amount (W) and crop yield (Y) were measured in order to calculate the water use efficiency (WUE) of the farms. The results showed that wheat yield significantly was increased (21.6%) by training of proper planning program of irrigation. This increasing yield resulted decreasing on using water content (23.1%) and increasing of water use efficiency (55%) in all farms of the experiment. The farmers training also showed that tensiometer is a simple and favorite instrument for optimal water using compared with gypsum blocks.

**Keywords:** Water use efficiency, Irrigation management, Wheat, Hamedan-Bahar plain, Razan-Ghahavand plain.

### مقدمه

آب یکی از چالش‌های قرن حاضر است و در آینده یکی از مشکلات عمده بشر به حساب خواهد آمد. از یک طرف منابع آب محدودتر می‌شوند و از سوی دیگر مصرف و تقاضا برای آن همواره رو به افزایش است. در حال حاضر ۲۶ کشور جهان با کمبود شدید آب روبرو هستند که بیشتر این کشورها در آفریقا و خاورمیانه قرار دارند. نتایج بررسی‌ها توسط کارشناسان نشان می‌دهد که این کشورها در سال ۲۰۲۵ میلادی برای تأمین نیازهای کشاورزی، صنعتی و شهری با مشکل کمبود آب مواجه خواهند شد (سکلر<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۸). رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر، سبب شده است که بخش کشاورزی تقاضای بیشتری را برای مصرف آب داشته باشد. در این راستا ضرورت توجه به امنیت غذایی و محدودیت منابع آبی در کشور باعث گردیده است که مهمترین چالش این بخش در شرایط کنونی، تولید غذای بیشتر از آب کمتر باشد. این هدف تنها در صورتی تحقق می‌یابد که راهکارهای مناسبی برای استفاده مؤثرتر از منابع آبی در بخش کشاورزی به کار گرفته شوند.

افزایش بهره‌وری و یا کارایی مصرف آب اصولاً از دو طریق امکان‌پذیر است: به ازای ثابت نگاه داشتن میزان تولید محصول در سطح کنونی و کاهش آب مصرفی، افزایش عملکرد به ازای واحد آب مصرفی. بدین معنی که با حفظ منابع آبی موجود، میزان محصول تولیدی را افزایش دهیم (زوارت و باستیانس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). نکته قابل توجه این است که دستیابی به اهداف فوق‌الذکر بدون بکارگیری برخی از روش‌ها، (از جمله تغییر الگوی مصرف آب) و بهبود مدیریت منابع آبی موجود، امکان‌پذیر نمی‌باشد.

گندم استراتژیک‌ترین محصول کشاورزی ایران محسوب می‌گردد. به طوری که همه ساله حدود ۵ تا ۶ میلیون هکتار، یعنی حدود ۶۰ درصد کل اراضی، زیر کشت گندم قرار می‌گیرد. همچنین از نظر تولید ماده خشک و قرارگرفتن در جیره غذایی، دارای اهمیت زیادی است. به طوری که این محصول از نظر میزان تولید در دنیا در مقام اول قرار دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲؛ مدد و همکاران، ۲۰۰۵). به دلیل ناکافی بودن میزان بارش سالانه در استان همدان (حدود ۳۱۹ میلی‌متر) و نامناسب بودن توزیع مکانی و زمانی آن، این استان جزء مناطق نیمه‌خشک کشور محسوب می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد برای جبران نیاز آبی گیاهان، نیاز به آبیاری مکرر در این استان می‌باشد که نزدیک به ۹۵ درصد از آب کشاورزی آن، از طریق آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد و از آنجایی که مصرف مفید آب کشاورزی از یک سوم مقدار آن فراتر نمی‌رود، لازم است راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری آب در این استان ارائه شود.

قاسمی نژاد رائینی و همکاران (۱۳۹۰) شاخص بهره‌وری آب، در مزارع سیب زمینی دشت همدان- بهار را مورد بررسی

قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که با آموزش برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب، عملکرد محصول سیب‌زمینی به مقدار قابل ملاحظه‌ای (۱۳ درصد) افزایش می‌یابد. این افزایش با کاهش ۱۳/۱ درصد میزان آب مصرفی در تمامی مزارع مورد مطالعه همراه بوده است و در نتیجه کارایی مصرف آب نیز ۲۹ درصد افزایش می‌یابد.

دهقان و همکاران (۱۳۹۰) شاخص‌های بهره‌وری آب را در مزارع تحت آبیاری گندم در دشت نیشابور با مدل SWAP مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در صورت اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری، عملکرد محصول به میزان ۱۴ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر این، با اعمال کم‌آبیاری به میزان ۳۰ درصد، عملکرد محصول تفاوت معنی‌دار نداشت و همچنین بیان داشتند که در صورت برنامه‌ریزی صحیح آبیاری، ضمن کاهش آب مصرفی، شاخص کارایی مصرف آب آبیاری ۶۱ درصد افزایش می‌یابد.

کیو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) کارایی مصرف آب و تبخیر و تعرق گندم با رژیم‌های مختلف آبیاری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که شاخص کارایی مصرف آب فتوسنتز گندم ۲/۱-۳/۳ (میکرومول دی اکسیدکربن بر میلی‌مول آب)، کارایی مصرف آب برای زیست توده و عملکرد دانه به ترتیب ۱-۲/۶ و ۱/۱-۲/۱ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. زمانی که مدیریت آبیاری مناسب اعمال شد، حداکثر کارایی مصرف آب در مراحل ساقه‌دهی و شیری دانه مشاهده گردید. همچنین ایشان اظهار داشتند که کاهش دفعات و مقدار آب آبیاری، در ذخیره‌ی آب دشت مورد نظر، مؤثر واقع شد.

اکبری و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب کشاورزی را با استفاده از مدل SWAP در شبکه آبرار اصفهان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری، عملکرد محصول جو و گندم به مقدار ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر با بهبود مدیریت زراعی و کاهش ۲۰ درصدی عمق آب آبیاری، عملکرد محصول تغییر معنی‌دار نداشت.

ماندرا و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) در تحقیقی دیگری با استفاده از مدل SWAP، روش‌های مدیریتی آب در شرایط مختلف کمی و کیفی را بر عملکرد محصول گندم و شوری خاک در مزارع شمال غربی هند بررسی کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که کاربرد آبیاری مکرر به میزان دقیق در مزارع، عملکرد محصول را تا ۱۰ درصد حتی زمانی که شوری آب زیرزمینی بیشتر از ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر باشد، افزایش می‌دهد.

با توجه به محدودیت آب استان همدان و نقش مؤثر دشت‌های همدان- بهار و رزن در تأمین آب شهرستان‌های همدان، بهار، رزن و بخش‌های تابعه، و همچنین سطح زیر کشت گندم در این دشت‌ها و مصرف آب زیاد این محصول، آموزش

3- Qiu et al.

4- Mandare et al.

1- Seckler et al.

2- Zwart and Bastiaanssen

مزرعه‌ای مربوط به این پژوهش، از نیمه اول مهر ۱۳۸۹ تا نیمه اول مرداد ۱۳۹۰ در پنج مزرعه گندم رقم سایسون (سه مزرعه در دشت همدان - بهار و دو مزرعه در دشت رزن - قهاوند) صورت گرفت (جدول ۱). در مزارع انتخابی دو قطعه زمین مجزای در نظر گرفته شد. در قطعه اول (تیمار اول) مدیریت صحیح آبیاری اجرا گردید و در قطعه دوم (تیمار دوم) که به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد، مدیریت سنتی آبیاری اعمال گردید (جدول ۱).

آب مصرفی قطعات انتخابی با نصب کنتور حجمی اندازه‌گیری گردید. منبع آب کلیه مزارع مورد بررسی، سفره‌های آب زیرزمینی منطقه بود و در کلیه مزارع از سیستم‌های آبیاری بارانی استفاده گردید. همچنین مصرف کود و سم در مزارع با مدیریت زارعین اعمال شد.

در جهت اهداف تحقیق، اثر آموزش و بهره‌وری آب، در قطعات تیمارهای مورد نظر بررسی گردید. بدین منظور سیستم‌های آبیاری مزارع مورد ارزیابی قرارگرفت و راندمان کاربرد آب در مزارع به دست آمد. همچنین خاک مزارع مورد تجزیه قرارگرفت و نیاز آبی گندم تعیین شد. برای تعیین مدت و دور آبیاری از دو تانسیموتر ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر و دو بلوک گچی (که به‌طور همسان در ۳۰ و ۷۰ درصد عمق ریشه نصب شدند) استفاده شد. در این خصوص برای کشاورزان طی چند مرحله کلاس آموزش تشکیل شد و تعداد اعضای شرکت‌کننده در کلاس‌های آموزشی بالغ بر ۳۰۰ نفر بود.

#### ویژگی‌های خاک

برای تعیین بافت و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از هر مزرعه، نمونه‌هایی دست‌خورده از عمقی کمتر از ۶۰ سانتی‌متر تهیه شد. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده گردید و پس از محاسبه درصد شن، رس و سیلت، نوع خاک با استفاده از مثلث بافت خاک، بررسی شد. ضمناً در هر مزرعه (تیمارهای اول و دوم) شرایط خاک یکسان بود.

روش‌های صحیح مدیریت آبیاری به کشاورزان منطقه ضرورت می‌یابد. در چنین حالتی به ازای هر واحد آب مصرفی، بیشترین عملکرد استحصال خواهد شد. لذا هدف از این پژوهش بررسی شاخص بهره‌وری آب در مزارع گندم و رسیدن به مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی، بر اساس آموزش برنامه‌ریزی آبیاری به زارعین می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### موقعیت جغرافیایی مزارع مورد بررسی

منطقه همدان از چهار دشت بهار، کیودرآهنگ، رزن و قهاوند تشکیل شده است. مساحت کل این چهار دشت ۴۰۰۰ کیلومترمربع و وسعت کل حوضه آبریز آنها نیز ۹۰۰۰ کیلومترمربع می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۷۹). دشت همدان - بهار در طول دره وسیعی که از دو طرف به کوه‌های بلند و ارتفاعات الوند محصور است، با مساحت تقریبی ۹۳۰ کیلومترمربع در حد فاصل ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا واقع شده و دارای کمترین وسعت در بین دشت‌های منطقه همدان می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۰؛ بی‌نام، ۱۳۶۹؛ بی‌نام، ۱۳۷۹). در این دشت بخش‌های مرکزی از شهرستان همدان و بخش‌های لالچین، صالح‌آباد و مرکزی شهرستان بهار قرار دارند. این دشت بر اساس دیاگرام اقلیمی امبرژه، در اقلیم نیمه‌خشک سرد قرارگرفته و دارای آب و هوای سرد کوهستانی می‌باشد و متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۳۱۹ میلی‌متر می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۰). دشت رزن - قهاوند با حوضه آبریز ۳۰۸۴ کیلومترمربع در شمال شرقی استان همدان واقع شده و مساحت سفره آب زیرزمینی این دشت ۱۷۰۹ کیلومترمربع می‌باشد. متوسط بارندگی این دشت برابر ۲۵۴ میلی‌متر است (بی‌نام، ۱۳۸۰؛ بی‌نام، ۱۳۶۹؛ بی‌نام، ۱۳۷۹).

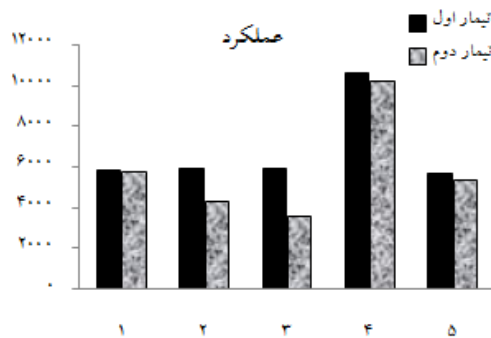
در این پژوهش مزارع واقع در دشت‌های همدان - بهار و رزن - قهاوند به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و عملیات

جدول ۱ - مساحت مزارع مورد مطالعه (هکتار)

مزرعه	تیمار اول*	تیمار دوم**
B	۲/۴۲	۱/۴۶
D	۶/۳۰	۰/۸۶
Z	۵/۶۰	۱/۸۰
T	۲/۹۰	۱
V	۷/۸۰	۹/۸۰

\*: مدیریت صحیح آبیاری      \*\*: مدیریت سنتی آبیاری زارع

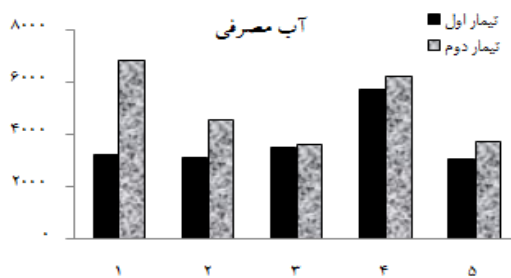
قاسمی نژاد رائینی و همکاران: بررسی شاخص بهره‌وری آب و مقایسه آن با شرایط فعلی مزارع گندم



شکل ۱- عملکرد تیمارهای اول و دوم

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های خاک مزارع مورد ارزیابی

حدود رطوبتی (درصد)		وزن مخصوص ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )	بافت	ذرات خاک (درصد)			pH	EC (ds/m)	مزرعه
PWP	FC			شن	سیلت	رس			
۱۵/۸	۲۶/۴	۱/۳۹	لوم رسی شنی	۵۳/۴	۱۹/۶	۲۷	۷/۹۸	۰/۱۹۷	B
۱۳/۹	۲۲/۸	۱/۴۵	لوم رسی شنی	۶۸/۴	۹/۶	۲۲	۷/۸	۰/۱۳۳	D
۱۲/۸	۲۷/۲	۱/۳۹	لومی	۳۶	۴۳	۲۱	۷/۷	۰/۳۶۰	Z
۲۰	۳۴/۲	۱/۳	لوم رسی	۲۹	۳۵	۳۶	۷/۵۲	۰/۱۹۲	T
۲۵/۸	۳۹	۱/۲۶	رسی	۲۹	۲۵	۴۶	۷/۶۳	۰/۲۲۰	V



شکل ۲- میزان آب مصرفی در تیمارهای اول و دوم

که در آن  $Y$ : عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) و  $W$ : آب مصرفی بر حسب مترمکعب در هکتار می‌باشد. درصد افزایش عملکرد ناشی از اعمال مدیریت آبیاری در تیمار اول نسبت به تیمار دوم ( $Y_I$ ) از رابطه (۲) محاسبه شد (قاسمی نژاد رائینی و معروفی، ۱۳۹۰):

$$Y_I = 100 \left( \frac{Y_{t_1}}{Y_{t_2}} - 1 \right) \quad (2)$$

که در آن  $Y_{t_1}$  و  $Y_{t_2}$ : به ترتیب عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای اول و دوم می‌باشد. درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در تیمار اول نسبت به تیمار دوم ( $W_S$ ) نیز از رابطه (۳) محاسبه شد (قاسمی نژاد رائینی و معروفی، ۱۳۹۰):

برای برآورد حدود رطوبتی ظرفیت مزرعه (FC) و پژمردگی دائمی (PWP) از مقادیر پیشنهاد شده توسط نرم‌افزار Soil Water Characteristics استفاده شد (علیزاده، ۱۳۸۴؛ هاشمی نیا، ۱۳۸۵).

#### روش بررسی

پس از رسیدن، محصول قطعات مورد نظر برداشت و توزین شدند. مساحت قطعات نیز با GPS اندازه‌گیری گردید. برای برآورد شاخص بهره‌وری آب (شاخص کارایی مصرف آب) از رابطه (۱) استفاده شد (قاسمی نژاد رائینی و معروفی، ۱۳۹۰):

$$WUE = \frac{Y}{W} \quad (1)$$

کیلوگرم در مترمکعب می‌باشد. این مقادیر بیان کننده افزایش حدود ۵۵ درصد شاخص کارایی مصرف آب آبیاری، در تیمار اول می‌باشد. کیو و همکاران (۲۰۰۸) کارایی مصرف آب گندم را برای دشت شمال چین ۱/۱-۲/۱ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند که مشابه با رقم به دست آمده در این پژوهش می‌باشد. دهقان و همکاران (۱۳۹۰) پس از اندازه‌گیری و بررسی شاخص‌های بهره‌وری آبی در دشت نیشابور، گزارش کردند که با اجرای برنامه‌ریزی صحیح آبیاری شاخص کارایی مصرف آب به میزان ۶۱ درصد افزایش می‌یابد که مقدار کمی بیشتر از مقدار ذکر شده در این پژوهش می‌باشد. همچنین اکبری و همکاران (۱۳۸۸) در شبکه آبیاری اصفهان بیان کردند که با اجرای برنامه‌ریزی صحیح آبیاری این شاخص به میزان ۴۵ درصد افزایش یافته است، که ۱۰ درصد کمتر از مقدار ذکر شده در این پژوهش می‌باشد. مو و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از مدل SWAP کارایی مصرف آب گندم را در دشت شمالی چین از ۱/۵۸-۱/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند که حداقل مقدار این شاخص مشابه مقدار ذکر شده در این پژوهش و بیشترین مقدار آن کمتر از مقدار به دست آمده می‌باشد. لیو و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پژوهشی مشابه کارایی مصرف آب گندم را در دشت شمالی چین از ۰/۷۵-۱/۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند که کمتر از مقدار ذکر شده در این پژوهش می‌باشد.

در جدول (۵)، افزایش عملکرد و صرفه‌جویی مصرف آب آبیاری در تیمار اول نسبت به تیمار دوم ارائه شده است. بر اساس این نتایج، در تمامی مزارع مورد بررسی، عملکرد از ۱ تا ۶۳/۶ درصد افزایش داشته و به طور متوسط این مقدار در همه مزارع ۲۱/۶ درصد مشاهده شد. همچنین میزان مصرف آب آبیاری در تمامی مزارع مورد بررسی از ۳/۶ تا ۵۳/۳ درصد کاهش یافت و به طور متوسط این مقدار در تمامی مزارع ۲۳/۱ درصد می‌باشد. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته از قرائت کنتورها (بعد از هر آبیاری) مشخص شد که میزان مصرف آب آبیاری در مراحل ابتدایی رشد گندم، توسط کشاورزان خیلی بیشتر از نیاز آبی گیاه بوده و در انتهای فصل رشد گندم کمتر از نیاز، آب دریافت کرده‌اند، که دال بر تفاوت بین تیمارها می‌باشد. اکبری و همکاران (۱۳۸۸) با اصلاح برنامه آبیاری در شبکه آبیاری اصفهان، میزان افزایش عملکرد گندم و جو را ۱۵ درصد و کاهش مصرف آب را ۲۰ درصد بیان کردند. دهقان و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که با اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری در دشت نیشابور عملکرد محصول گندم به میزان ۱۴ درصد افزایش یافت. علاوه بر این با اعمال کم‌آبیاری به میزان ۳۰ درصد، عملکرد محصول تفاوت معنی‌دار نداشت.

$$W_S = 100 \left( \frac{W_{t_1}}{W_{t_2}} - 1 \right) \quad (3)$$

که در آن  $W_{t_1}$  و  $W_{t_2}$ : به ترتیب آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) در تیمارهای اول و دوم می‌باشد.

## نتایج و بحث

### مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع مورد بررسی

برای محاسبه نیاز آبی گیاه گندم و همچنین مدیریت آب در مزرعه، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه، تعیین گردید که نتایج آنها در جدول (۲) ارائه شده است. این نتایج بیانگر آن است که شوری عصاره اشباع خاک مزارع مورد نظر (ECe) بین ۰/۱۳۳ و ۰/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر قرار دارد، که در محدوده مجاز برای آبیاری بارانی می‌باشند. از نظر بافت خاک، مزارع مورد مطالعه دارای بافتی نسبتاً سنگین بوده و میزان تغییرات pH خاک آنها بین ۷/۹۸-۷/۵۲ قرار داشته که بیانگر شرایط نسبتاً خنثی عصاره اشباع خاک می‌باشد.

### کارکرد مزارع مورد بررسی در شرایط برنامه‌ریزی آبیاری و مدیریت زارع

با توجه به مبانی و روش‌شناختی مطرح شده در قسمت مواد و روش‌ها، وضعیت موجود بهره‌وری آب در شرایط مدیریت صحیح آبیاری (تیمار اول) و مدیریت زارع (تیمار دوم) مورد بررسی قرار گرفت. در جدول (۳) و شکل‌های (۱) و (۲)، پارامترهای مربوط به میزان آب مصرفی و عملکرد مزارع مورد بررسی ارائه شده است. بر اساس این شکل‌ها و جدول، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به اعمال مدیریت صحیح آبیاری، میزان آب مصرفی تمامی مزارع، در تیمار اول نسبت به تیمار دوم کاهش یافت. به طوری که میزان آب مصرفی مزارع در تیمار اول بین ۳۱۱-۵۷۰ میلی‌متر در هکتار و در تیمار دوم بین ۳۶۳-۶۸۵ میلی‌متر در هکتار متغیر بوده است و با اصلاح مدیریت آبیاری به طور متوسط ۱۳۰ میلی‌متر در هکتار در مصرف آب صرفه‌جویی شده است. علاوه بر کاهش مصرف آب مقدار عملکرد نیز به طور متوسط ۹۰۵ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است.

جدول (۴) مقادیر شاخص کارایی مصرف آب آبیاری در مزارع مورد بررسی در تیمارهای اول و دوم نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، در تمامی مزارع مورد بررسی، شاخص کارایی مصرف آب آبیاری در تیمار اول نسبت به تیمار دوم افزایش یافت. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، میزان شاخص کارایی مصرف آب آبیاری به طور متوسط در تیمارهای اول و دوم به ترتیب برابر ۱/۸۳ و ۱/۱۸

1- Mo et al.

2- Liu et al.

قاسمی نژاد راثینی و همکاران: بررسی شاخص بهره‌وری آب و مقایسه آن با شرایط فعلی مزارع گندم

### جدول ۳- مقادیر آب مصرفی و عملکرد در مزارع مورد بررسی

مزرعه	آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)		عملکرد (kg/ha)	
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار اول	تیمار دوم
B	۳۱۹۸	۶۸۵۱	۵۸۷۶	۵۸۲۰
D	۳۱۱۲	۴۵۶۵	۵۸۹۷	۴۳۶۰
Z	۳۵۰۳	۳۶۳۳	۵۹۰۹	۳۶۱۱
T	۵۶۹۶	۶۲۲۵	۱۰۶۳۸	۱۰۲۳۵
V	۳۰۶۷	۳۷۶۲	۵۶۴۱	۵۴۰۸
میانگین	۳۷۱۵/۲	۵۰۰۷/۲	۶۷۹۲/۲	۵۸۸۶/۸

### جدول ۴- مقادیر شاخص کارایی مصرف آب آبیاری (kg/m<sup>3</sup>) در مزارع مورد بررسی

مزرعه	تیمار اول	تیمار دوم
B	۱/۸۴	۰/۸۵
D	۱/۸۹	۰/۹۶
Z	۱/۶۹	۰/۹۹
T	۱/۸۷	۱/۶۴
V	۱/۸۴	۱/۴۴
میانگین	۱/۸۳	۱/۱۸

### جدول ۵- مقادیر درصد افزایش عملکرد و صرفه‌جویی آب در تیمار اول نسبت به تیمار دوم

مزرعه	Y <sub>I</sub>	W <sub>S</sub>
B	۱	-۵۳/۳۰*
D	۳۵/۳۰	-۳۱/۸۰
Z	۶۳/۶۰	-۳/۶۰
T	۳/۹۰	-۸/۵۰
V	۴/۳۰	-۱۸/۵۰
میانگین	۲۱/۶۰	-۲۳/۱۰

\*: عدد منفی بیانگر درصد کاهش مصرف آب است

میزان آب مورد نیاز گیاهان، که بیش از نیاز آبیاری است، می‌باشد لذا توصیه می‌گردد. برای بهبود مدیریت آبیاری، زمان و میزان آب مورد نیاز توسط ابزارهای مناسب برای برنامه‌ریزی آبیاری و شیوه‌های مدیریت آن به کشاورزان به صورت عملی آموزش داده‌شود.

- در انتهای فصل رشد ملاحظه شد زارعین به دلیل کمبود آب، مجبور به اعمال کم‌آبیاری می‌باشند. لذا توصیه می‌گردد مدیریت آبیاری مزرعه و اعمال کم‌آبیاری زیر نظر کارشناس مجرب آبیاری صورت گیرد و به کشاورزان نیز آموزش داده‌شود. برای انتخاب ابزار مناسب به منظور آموزش برنامه‌ریزی آبیاری به کشاورزان، توصیه می‌گردد از تانسیموتر (به دلیل پذیرش آسان‌تر توسط کشاورزان) استفاده گردد.

#### سپاس‌گزاری

این پژوهش با حمایت سازمان جهادکشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، مراکز جهادکشاورزی شهرستان‌های همدان، بهار و رزن انجام شده است که بدینوسیله از زحمات تمامی کسانی که در این طرح ما را یاری کرده‌اند، صمیمانه تشکر می‌گردد.

برای برنامه‌ریزی آبیاری مزرعه از تانسیموتر و بلوک گچی استفاده شد و روش استفاده دستگاه‌ها به کشاورزان آموزش داده شد. بررسی‌ها نشان داد که استقبال زارعین از دستگاه تانسیموتر نسبت به بلوک گچی (به دلیل کارکرد ساده‌تر آن) بیشتر بود.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بهبود مدیریت و بهره‌وری آب از طریق برنامه‌ریزی صحیح آبیاری امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری ضمن افزایش ۲۱/۶ درصد عملکرد محصول، در کلیه مزارع موجب کاهش ۲۳/۱ درصد میزان آب مصرفی گردید. در نتیجه کارایی مصرف آب آبیاری نیز ۵۵ درصد افزایش یافت. این نتایج نشان که با آموزش تانسیموتر به زارعین، می‌توان از آن به‌عنوان یک ابزاری ساده برای بهبود مدیریت آبیاری استفاده نمود.

#### پیشنهادها

- با توجه به این که میزان آب کاربردی توسط کشاورزان به علل مختلف از جمله توزیع گردشی آب بین کشاورزان و عدم اطلاع آنها از

## منابع

- ۱- احسانی، م. و ه. خالدی، ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۱۰ صفحه.
- ۲- اکبری، م. دهقانی سانج، ح. و س. م. میرلطفی. ۱۳۸۸. تاثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب در کشاورزی (مطالعه موردی در شبکه آبشار اصفهان). مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۳): ۶۹-۷۹.
- ۳- بی‌نام. ۱۳۷۹. آمارنامه استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان، همدان.
- ۴- بی‌نام. ۱۳۸۰. گزارش بیان منابع آب زیرزمینی دشت همدان - بهار در سال آبی ۷۹-۱۳۷۸. اداره کل امور آب استان همدان، همدان.
- ۵- بی‌نام. ۱۳۶۹. گزارشی پیرامون وضعیت موجود آلودگی و منابع آلوده کننده آب در استان همدان و رودخانه گاماسیاب. دانشگاه بوعلی سینا، همدان.
- ۶- بی‌نام. ۱۳۸۰. گزارش مطالعات منابع آب زیرزمینی دشت بهار سال ۷۹-۱۳۷۸. اداره کل امور آب استان همدان، همدان.
- ۷- دهقان، ه.، علیزاده، ا.، انصاری، ح. و س. ا. حقایقی مقدم. ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب در مزارع تحت آبیاری گندم (مطالعه موردی: دشت نیشابور). مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۲(۵): ۲۶۳-۲۷۵.
- ۸- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۵۸۳ صفحه.
- ۹- قاسمی نژاد رائینی، م. و ص. معروفی. ۱۳۹۰. مطالعه شاخص بهره‌وری آب در مزارع سیب‌زمینی دشت همدان - بهار. مجله علوم و مهندسی آب، ۱(۱): ۱۰۳-۱۱۱.
- ۱۰- هاشمی‌نیا، م. ۱۳۸۵. مدیریت آب در کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۵۳۶ صفحه.
- 11- Liu, J. Wiberg, D., Zehnder, A. J. B. and H. Yang. 2007. Modelling the role of irrigation in winter wheat yield, crop water productivity, and production in China. *Irrigation Science*, 26: 21-33.
- 12- Madad, M., Shamei A., and B. Hajdefzoulilian. 2005. Atlas of agriculture. Iranian Nationals Cartographic Centre and Plan and Management Organization, 91pp.
- 13- Mandare, A. B., Ambast, S. K., Tyagi, N. K. and J. Singh. 2008. On-farm water management in saline groundwater area under scarce canal water supply condition in the Northwest India. *Agricultural Water Management*, 95: 516-526.
- 14- Mo, X. Liu, S., Lin, Z., Xu, Y., Xiang, Y. and T. R. McVicar. 2005. Prediction of crop yield, water consumption and water use efficiency with a SWAP-crop growth model using remotely sensed data on the North China Plain. *Ecological Modelling*, 183: 301-322.
- 15- Qiu, G. Y., Wang, L., He, X., Zhang, X., Chen, S., Chen, J. and Y. Yang. 2008. Water use efficiency and evapotranspiration of winter wheat and its response to irrigation regime in the north China plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148:1848-1859.
- 16- Seckler, D., Upali, A., Molden, D., De Silva, R. and R. Barker. 1998. World water demand and supply, 1990 to 2005: Scenarios and Issues. Research Report 19, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 40pp.
- 17- Zwart, S. J., and W. G. M., Bastiaanssen. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69(2): 115-133.