

تعیین کارایی مصرف آب (WUE) محصولات گندم و جو در اراضی زراعی دشت سیستان

محمد نادریان فر^۱، هادی دهقان^{۲*}

۱- گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران

* مسئول مکاتبه: H.dehghan@kashmar.ac.ir

Doi: 10.22034/csrar.2020.118946

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۱

چکیده

یکی از عوامل مهم در تعیین سیستم‌های کشاورزی مناسب مناطق خشک و نیمه‌خشک بهره‌وری آب آن‌ها می‌باشد. این تحقیق با هدف تعیین کارایی مصرف آب گندم و جو در بخش پشت آب شهرستان زابل در ۵ روستای مختلف شامل راهدار، چرک، حاجی‌آباد، پیران، تیمورآباد شیخی به‌صورت میدانی انجام شد. جهت محاسبه حجم آبیاری در کانال‌های آبیاری از روش جسم شناور استفاده شد و عمق آب آبیاری در مزارع تعیین شد. برای برداشت محصول، قسمتی از زمین به ابعاد $1m \times 1m$ به‌گونه‌ای انتخاب شد که نمونه‌ی بارزی از مزرعه باشد. دو نمونه‌ی قوی و ضعیف از دو زمین مختلف از هر روستا (دو نمونه قوی و ضعیف در بعضی مزارع در کنار همدیگر بوده‌اند) انتخاب کرده و محصول برداشت شد. پس از خشک شدن نمونه‌های گندم عمل جداسازی به‌صورت دستی انجام شد و دانه‌های مربوط به هر زمین وزن شده و عملکرد بذریه دست آمد. به‌طور کلی متوسط کارایی مصرف مطلوب (WUE_M) گندم و جو در بخش پشت آب شهرستان زابل به ترتیب ۱/۰۳ و ۱/۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. همچنین متوسط کارایی مصرف ضعیف (WUE_L) گندم و جو در بخش پشت آب شهرستان زابل به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. همچنین نمودار تابعی عملکرد گندم و جو با عمق آب مصرفی نشان داد که افزایش عملکرد گندم و جو علاوه بر مصرف آب، با توجه به یکسان بودن اقلیم در منطقه بستگی به مدیریت آبیاری، آفات و بیماری‌ها، کود و خاک دارد.

کلمات کلیدی: کارایی مصرف آب، حجم آب آبیاری، مدیریت آبیاری، عملکرد

مقدمه

دریافت آب به‌وسیله ریشه‌ها از خاک به‌آسانی صورت گرفته و زهکشی و تهویه خاک نیز به‌سهولت انجام گیرد. مثلاً یک خاک رسی و سنگین که قادر است حجم زیادی آب را در خود ذخیره نماید اما حرکت و خارج شدن آب از آن به‌دشواری صورت می‌گیرد و یا یک خاک شنی که جابه‌جایی آب داخل آن به‌آسانی صورت می‌گیرد اما قادر نیست حجم زیادی از آب را داخل خود ذخیره کند (Alizadeh, 2005).

یکی از شاخص‌هایی که اهمیت نهاده‌ی آب را تبیین می‌کند، کارایی مصرف آب^۱ (WUE) است که نسبت به عملکرد محصول به عمق آبیاری یا تبخیر - تعرق گیاه را به‌صورت نسبت عملکرد (برحسب کیلوگرم) به میزان عمق آبیاری (برحسب مترمکعب) بیان می‌کنند. مولدن (Molden, 1997) تعریف جامع از WUE برای تحلیل آب مورد استفاده در سطوح مختلف زراعی بیان کرد. این شاخص سبب شد تا چگونگی تعیین تبخیر - تعرق پتانسیل محصولات، ضرایب گیاهی، راندمان آبیاری، آبشویی، تبخیر - تعرق واقعی و نیز مباحث مربوط به بیان آب در خاک از جنبه نظری

امروزه با افزایش جمعیت، کم شدن منابع آبی و همچنین افزایش قیمت زمین‌های کشاورزی، کشاورزی به روش مکانیزه از اهمیت خاصی برخوردار شده است. عمده تلفات منابع آب کشور نیز به بخش کشاورزی تعلق دارد که حدود ۹۴ درصد از مقدار آب استحصال شده سالانه را به خود اختصاص می‌دهد، در صورتی که این نسبت در کشورهای پیشرفته کمتر از ۶۵ درصد است (Keshavarz and Sadeghzade, 2000)؛ لذا نیاز به بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه ضروری به نظر می‌رسد که هم باعث صرفه‌جویی آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده و علاوه بر آن موجبات افزایش محصول را در برابر مصرف آب فراهم می‌سازد. در زنجیره «آب - خاک - گیاه و اتمسفر» خاک را می‌توان مخزنی دانست که آب را موقتاً در خود ذخیره کرده و سپس به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد. یک خاک خوب زراعی، خاکی است که درعین‌حالی که مقدار قابل‌توجهی آب در آن ذخیره می‌شود آب نیز به‌آسانی از یک نقطه به نقطه دیگر آن انتقال پیدا کند. این عمل باعث می‌شود که

¹Water Use Efficiency

در روش آبیاری نواری با کارایی مصرف آب ۱/۱۵ و عملکرد ۴۰۴۰ کیلوگرم در هکتار بهترین گزینه جهت اعمال کم‌آبیاری در منطقه سیستان می‌باشد.

رشد فزاینده جمعیت کشور به‌ویژه در سیستان و بلوچستان از یک‌طرف رشد مصرف آب شرب و وضعیت خدمات از طرف دیگر ما را مجبور می‌کند که در مصرف آب کشاورزی صرفه‌جویی به عمل آوریم. باتوجه‌به اینکه در شهرستان زابل با کمبود آب مواجه هستیم و تنها منابع آب این شهرستان آبی است که از کوه‌های افغانستان سرچشمه گرفته و وارد چاه نیمه‌ها و دریاچه‌ی هامون می‌شود. دوره‌ی چندساله خشک‌سالی که در این شهرستان باعث کمبود رونق کشاورزی گردیده است و از خصوصیات خاک‌شناسی این منطقه دارای خاکی سنگین و املاح زیاد و از خصوصیات هواشناسی آن می‌توان آب‌وهوایی گرم و خشک که میزان تبخیر - تفرق آن بسیار زیاد است و میزان بارندگی این منطقه در فصل کاشت داشت مجموعاً کمتر از ۳۰ میلی‌متر بوده که ۱۵ میلی‌متر آن مؤثر می‌باشد.

شرایط ایدئال برای رشد گندم، آب‌وهوای خنک در دوره رشد رویشی، آب‌وهوای معتدل در دوران تشکیل دانه و آب‌وهوای گرم و خشک در زمان برداشت محصول می‌باشد؛ بنابراین در مناطقی که زمستان‌های سخت دارند، کشت گندم با مشکلاتی از قبیل سرمازدگی زمستانی مواجه می‌شود. البته باید بدانیم که گندم در برابر خشکی مقاومت چندانی ندارد و نمی‌تواند به مدت طولانی، خشکی و کم‌آبی را تحمل نماید؛ اما قادر است خود را با شرایط خشک تاحدی تطبیق داده و با تشکیل یاخته‌های کوچک‌تر که در نهایت سبب تشکیل برگ‌های کوچک‌شده و در نتیجه روزنه‌ها کوچک‌تر می‌شود، سطح تعریق را کاهش داده و از اثرات سوء کم‌آبی تاحدی محفوظ بماند.

باتوجه‌به کمبود آب در منطقه سیستان و چاه نیمه‌ها و باتوجه‌به محدود بودن حبابه‌ها مشخص‌شدن وضعیت کارایی مصرف آب (WUE) در منطقه سیستان ضروری است تا بتوان راهکارهایی را جهت افزایش بهره‌وری پیشنهاد داد.

مواد و روش‌ها

موقعیت، حدود و وسعت منطقه مورد مطالعه

منطقه سیستان با مساحت بیش از ۱۵۰۰۰ کیلومترمربع در محدوده جغرافیایی بین ۳۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض جغرافیایی و ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی در جنوب شرقی ایران و در شمالی‌ترین قسمت استان سیستان و بلوچستان واقع‌شده که حدود ۸/۱ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است (شکل ۱). این منطقه از شمال به مرز افغانستان و جنوب خراسان جنوبی، از غرب به استان کرمان محدود می‌گردد. شهرستان زابل دارای ۵ بخش بوده که طبق تصویب و ابلاغ هیئت‌وزیران بخش شهرکی - نارویی در سال ۸۴ به

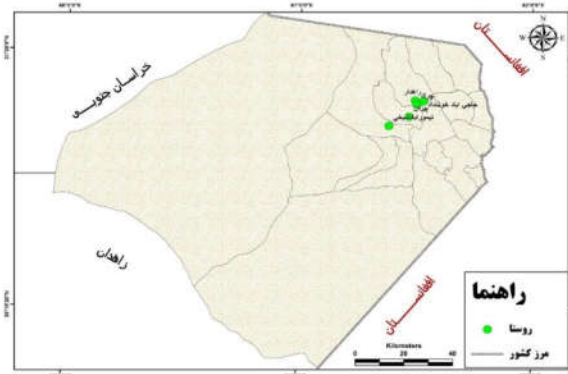
موردتوجه بیشتری قرار گرفت. آسلان و همکاران (Abasalan *et al.*, 2010) در تحقیقی با اندازه‌گیری عملکرد و دبی ورودی و خروجی ۱۴ مزرعه گندم در منطقه دشت آزادگان در جنوب حوضه آبریز کرخه به تعیین کارایی مصرف آب در این مزارع پرداخت. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که کارایی مصرف آب در این منطقه از ۰/۱ تا ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. ولی مقدار آن برای حدود ۶۰ درصد مزارع کشاورزان مورد مطالعه دارای دامنه‌ی تغییراتی از ۰/۳ تا ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و متوسط کارایی مصرف آب حدود ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. یعقوبی و همکاران (Yaghoubi *et al.*, 2016) به مقایسه شاخص‌های کارایی فنی و اقتصادی مصرف آب در تولید گندم و زعفران در شهرستان قائنات پرداختند. بر اساس نتایج حاصله شاخص کارایی مصرف آب برای کل زیست‌توده و دانه تولیدی گندم به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۳۶ کیلوگرم در مترمکعب و برای کل زیست‌توده و کلاله زعفران ۰/۳۶ و ۰/۰۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. کاهلون و همکاران (Kahlowan *et al.*, 2007) در ارزیابی مزارع بارانی گندم منطقه پنجاب پاکستان میزان بهره‌وری مصرف آب را ۳/۹۵ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری نمودند. شجری (Shajari, 2012) نیز میزان بهره‌وری محاسبه شده در آبیاری سطحی مزرعه گندم در دشت داراب را ۰/۷۰۹ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کردند. سلامتی و همکاران (۱۳۹۶) میانگین بهره‌وری مصرف آب گندم در مزارعه آبیاری بارانی و سطحی شهرستان بهبهان معادل ۰/۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آوردند. دهقان و همکاران (Dehghan *et al.*, 2011) شاخص‌های بهره‌وری آب در مزارع تحت آبیاری گندم در دشت نیشابور را با استفاده از مدل بیان آب‌و خاک SWAP اندازه‌گیری کردند. متوسط شاخص‌های بهره‌وری آب تحت عبارات WP_T (نسبت عملکرد به تفرق واقعی گیاه)، WP_{ET} (نسبت عملکرد به تبخیر- تفرق واقعی گیاه)، WP_{ETO} (نسبت عملکرد به مجموع تبخیر- تفرق واقعی گیاه به‌اضافه نفوذ عمقی) و WP_{Irr} (نسبت عملکرد به مجموع آب کاربردی) به ترتیب ۰/۱۲۸، ۰/۹۹، ۰/۶ و ۰/۸۸ محاسبه گردید. 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 معنی‌داری نداشت. کیخایی و گنجی (Keykhaei and Ganj, 2016) تأثیر کم‌آبیاری با دو روش نواری و شیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گندم رقم هامون در دشت سیستان بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر روش آبیاری بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود؛ اما تیمار میزان آب آبیاری، کلیه فاکتورهای رشد گیاه را به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد. میانگین آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل، ۷۵ درصد آبیاری کامل و ۵۵ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر با ۴۴۷۳، ۳۵۰۵ و ۲۷۳۰ مترمکعب در هکتار و کارایی مصرف در محدوده ۰/۹۵ و ۱/۱۷ به دست آمد. به‌عنوان توصیه کلی، تیمار ۷۵ درصد آبیاری کامل

هواشناسی زابل (۲۰۹ - ۱۹۸۰) که در این منطقه به طور متوسط سالیانه بیش از ۳۰۰ روز خشکی وجود دارد. اقلیم آن به روش گوسن، بیابانی و به روش کوپن، خشک بسیار گرم با تابستان خشک و به روش تحلیل خوشه‌ای بسیار کم‌بارش و گرم و خشک می‌باشد، از خصوصیات مهم اقلیمی این منطقه می‌توان به وزش بادهای شدید (۱۲۰ روزه سیستان)، میانگین تعداد روزهای آفتابی سالیانه بیش از ۲۶۰ روز تابش آفتاب، دامنه تغییرات زیاد دما در شبانه‌روز، بارندگی متوسط سالیانه (۶۴ میلی‌متر) با پراکندگی نامناسب، بالا بودن دما و تعداد ساعات آفتابی را نام برد (Tavousi and Raeispour, 2010).

شهرستان زهک، بخش میانکنگی در سال ۱۳۸۷ به شهرستان هیرمند و بخش پشت آب و شیب آب در دی‌ماه سال ۹۱ به شهرستان نیمروز و هامون ارتقاء یافتند (جدول ۱).

ویژگی‌های اقلیمی منطقه

منطقه سیستان دارای اقلیم بیابانی گرم و فرا خشک می‌باشد که تقریباً بیشترین بخش منطقه (به‌غیر از حد جنوب غربی آن) را می‌پوشاند. تقریباً چهار پنجم سطح این منطقه زیرپوشش این نوع آب‌وهوا می‌باشد (Miri et al., 2009). بر اساس آمار ۳۰ ساله



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و موقعیت مکانی مزارع منتخب
Figure 1- The studied area and location of selected farms

جدول ۱- آمار و اطلاعات مربوط به منطقه سیستان
Table 1- Statistics and information about Sistan zone

وسعت شهرستان Area (km ²)	جمعیت روستایی Rural population	جمعیت شهری Urban population	جمعیت شهرستان City population	تعداد روستا Village count	شهرستان county
344	26924	138742	165666	68	زابل Zabol
945	61539	13357	74896	168	زهک Zehak
1100	57358	6621	63979	305	هیرمند Hirmand
8175	44712	3759	48471	113	نیمروز Nimruz
4987	32613	8404	41017	150	هامون Hamun
15551	223146	170883	394029	804	جمع Sum

هیرمند در طول ده‌ها هزار سال بوده، پوشانده شده است. مشخصه-های زمین‌شناسی منطقه گویای آن است که خاک سیستان ناشی از فعل‌و‌انفعالات سنگ مادر نبوده، بلکه بیشتر شامل مواردی است که همراه سیلاب از نقاط دوردست به دشت منتقل شده و در آنجا ته‌نشین شده‌اند. از این نقطه‌نظر انواع خاک‌های رسوبی دشت را می‌توان به سه طبقه زیر دسته‌بندی کرد:

-رسوبات دلتایی: این رسوبات نواحی وسیعی از دشت را با بافت ریز تا متوسط، از موادی که بیشتر لوم لای‌دار و رس لای‌دار می‌پوشاند؛ - رسوبات دریاچه‌ای: این نوع خاک بیشتر در سواحل و بستر دریاچه هامون با بافتی بسیار ریز از لوم رس دار به چشم می‌خورد؛

خاک منطقه مورد مطالعه

بررسی‌های مختلف زمین‌شناسی و به‌ویژه مطالعات بسیار مفصل و تفصیلی که توسط مهندسین مشاور ایتال کنسولت در سال‌های دهه ۱۳۴۰ در سطح منطقه صورت‌گرفته، حکایت از لایه‌های بسیار سخت و مقاوم در زیر رسوبات مربوط به دوران چهارم زمین‌شناسی دارد. این توده سخت همانند بلوک مقاوم لوت در خلال کوه‌زایی آلبی به شکل هسته مقاومی عمل نمود؛ و بعد از آخرین مراحل بالآمدگی کوه‌های شرقی ایران، به‌تدریج توسط رسوبات و به‌ویژه رسوبات ریزدانه رسی و ماری که ماحصل عمل حمل و رسوب‌گذاری رود

کیلومتری شهرستان زهک و در کنار روستای قلعه نوی قرار دارند. در منطقه سیستان چهار چاه نیمه وجود دارد که آب مازاد رودخانه هیرمند توسط کانالی به آن هدایت می‌شود. گنجایش ۳ چاه نیمه ۱، ۲ و ۳، ۷۰۰ میلیون متر مکعب و چاه نیمه ۴، ۸۰۰ میلیون متر مکعب است که به صورت دریاچه مصنوعی درآمده است.

در کل منابع آب مصرفی منطقه سیستان عمدتاً از منابع آب‌های سطحی (رودها و تالابها) و همچنین در طی خشک‌سالی در برخی از روستاها از آب‌های زیرسطحی (چاهک) تأمین می‌گردد. به نظر زمین‌شناسان، همچنان که از رود هیرمند آب وارد منطقه گودی نظیر جلگه سیستان می‌شود امکان دارد جریان بطئی در قسمت تحتانی در زیرزمین وجود داشته باشد بنابراین هر چند لایه‌های زمین در سیستان، رسی و سخت است، اما وجود آب و سفره‌های آبی بعد از این لایه‌ها غیرممکن نیست بر همین منوال، به‌طور نظری می‌توان گفت که چون سیستان نسبت به کوه‌های بابا یغما در افغانستان و در نهایت کوه‌های هیمالیا در هندوستان، در منطقه پستی واقع است. جریان آب‌های زیرزمینی به‌سوی جلگه سیستان بی‌احتمال نیست. ضمن اینکه به علت تداوم خشک‌سالی چند سال اخیر، اقدام‌های انجام‌شده از طرف دانشگاه زابل، سازمان آب و سایر دستگاه‌های اجرایی در زمینه‌ی مطالعات ژئوالکتریک و حفر چاه‌های عمیق و در نهایت موفقیت‌های به‌دست‌آمده در این رابطه، مؤید وجود آب زیرسطحی در دشت سیستان در مناطقی از جمله زهک، بندان، سفیدابه، حرمک، جاده خرما و اطراف جاده زابل - زاهدان - نهندان است (Anonymous, 2000). با توجه به خشک‌سالی اخیر در سطح منطقه، آب چاهک‌ها در شرایط کم‌آبی و خشکی هیرمند از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

روش تحقیق

این مطالعه که یک پژوهش میدانی است و به‌منظور تعیین میزان کارایی مصرف آب (WUE) در برخی از اراضی دشت سیستان انجام‌شده است. برای این منظور ۵ روستا به‌صورت تصادفی انتخاب‌شده که این روستاها در بخش پشت آب شهرستان زابل قرار دارند که شامل روستاهای راهدار، چرک، حاجی‌آباد، پیران، تیمورآباد شیخی در این روستاها شغل اصلی مردم کشاورزی است که باوجود خشک‌سالی اکثر مردم شغل اصلی خود را از دست داده‌اند و به مهاجرت روی آورده بودند. از هر روستا برای محصولات گندم و جو دو نمونه به‌عنوان نماینده مزارع با عملکرد خوب (نمونه قوی) و مزارع با عملکرد ضعیف (نمونه ضعیف) در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت در مزارع فوق نیمه اول آبان و تاریخ برداشت اواخر اردیبهشت می‌باشد. نوع بذر مورد استفاده ارقام محلی منطقه شامل بذر محلی زابلی برای گندم و بذر زابلی برای جو بود. در تحقیق حاضر برای اندازه‌گیری دبی از روش جسم شناور استفاده شده است. بدین‌صورت که در

رسوبات رودخانه‌ای: این نوع از خاک، جدیدترین خاک‌های منطقه به شمار رفته و سرتاسر حوضه رودخانه را با بافتی متوسط از مواد لوم ماسه‌دار و ماسه ریز در بر گرفته است (Zabouli, 2011). علی‌رغم آنکه سال‌های طولانی‌ای است که خاک‌های منطقه مورد استفاده کشاورزی قرار می‌گیرند، اما به‌واسطه‌ی عدم وجود میکروارگانیزم‌ها، خاک‌ها عمدتاً تازه و نارس هستند و به همین علت از توانایی و استعداد کافی و فراوان جهت تولید محصولات کشاورزی برخوردار نیستند. علاوه بر کمبود مواد آلی در خاک منطقه، مشکل عمده دیگری که نه‌تنها در منطقه مورد مطالعه بلکه در تمام دشت سیستان با شدت و ضعف مشاهده می‌شود، شوری خاک است. میزان شوری خاک بسته به فصل و وضع آبیاری پیوسته در حال تغییر است؛ در آن بخش از اراضی که توسط کشاورزان آبیاری می‌شود، نمک موجود در سطح زمین در آب حل‌شده به طبقات پایین‌تر نفوذ کرده و در این مرحله از میزان شوری خاک در سطح زمین کاسته می‌شود اما هنگامی که زمین به آیش گذاشته می‌شود، میزان بالای تبخیر و نفوذناپذیری خاک به دلیل بافت ریزدانه آن، باعث حرکت نمک به سطح زمین و شوری مجدد خاک می‌گردد. در برخی از موارد لایه‌نازک و سفیدرنگی از نمک (شوره) بر روی زمین انباشته می‌شود که این پدیده به‌ویژه در زمین‌های که مدتی به حال خود رها شده و به زیر کشت رفته‌اند، مشهودتر می‌باشد.

وضعیت منابع آب

آب همواره در طول تاریخ زندگی انسان اساسی‌ترین نیاز جوامع بشری بوده است. از این رو همیشه کانون توجه و اصل پایه‌گذاری و برنامه‌ریزی جوامع انسانی قرار گرفته است. تأمین این نیاز حیاتی صرفاً متکی بر منابع آب است که به‌طور کلی به دودسته آب‌های سطحی^۱ و آب‌های زیرزمینی^۲ تقسیم می‌گردد. در سیستان، تمام آب مصرفی از طریق رودخانه هیرمند تأمین می‌شود. طول این رودخانه ۱۰۵۰ کیلومتر، وسعت حوزه آبریز ۱۵۰ کیلومتر مربع و آورد سالانه رودخانه ۵/۸ میلیارد متر مکعب می‌باشد. لازم به ذکر است، دوام رودخانه‌های منشعب از آن، تالاب هامون و مخازن چاه نیمه‌ها، همگی بستگی به جریان آب هیرمند دارد. این رودخانه در مرز ایران و افغانستان، به دو شعبه تقسیم می‌شود. شعبه اصلی به نام رود مشترک (که پربان مشترک هم نامیده می‌شود)، قسمتی از مرز مشترک دو کشور را تشکیل می‌دهد، سپس وارد افغانستان می‌شود. شعبه دیگر، در خاک ایران است که خود به دو شاخه تقسیم می‌شود. یکی به‌طرف چاه نیمه و دیگری به‌طرف مناطق کوهک و زهک می‌رود که دو سد انحرافی در این دو منطقه بر روی آن احداث شده است. دریاچه هامون از سه دریاچه کوچک به نام‌های هامون پوزک، هامون سابوری و هامون هیرمند تشکیل شده است و ظرفیت آبی آن ۱۰ میلیارد متر مکعب می‌باشد. چاه نیمه‌ها در فاصله ۵۰ کیلومتری شهر زابل و ۵

¹Surfacewater

²Groundwater

زمین مختلف از هر روستا (دو نمونه قوی و ضعیف در بعضی مزارع در کنار همدیگر بوده‌اند) انتخاب کرده و محصول برداشت شد؛ و پس از خشک شدن نمونه‌های گندم عمل جداسازی را به صورت دستی انجام شد و دانه‌های مربوط به هر زمین را به وسیله ترازوی دیجیتال با خطای ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

میزان آب مصرفی، وزن محصول و تعداد نوبت‌های آب از مزارع به صورت پرسش‌نامه‌ای تهیه شده که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. طبق نتایج جدول ۳ بیشترین مقدار کارایی مصرف آب مطلوب (WUE_M) برای گندم در روستای حاجی‌آباد (۱/۰۹) به دست آمده و کمترین WUE_M در روستای پیران به دست آمد که علت آن عدم استفاده از کود مناسب به مقدار لازم، میزان آب مصرفی مناسب می‌باشد. در مورد کارایی مصرف جو همه روستاها دارای کارایی مصرفی نزدیک به هم داشتند که علت آن یکنواختی شرایط کشت و عملیات کاشت، داشت، برداشت و آب مصرفی برای همه روستاها بود و فقط روستای تیمورآباد شیخی بیشترین کارایی مصرف جو (۱/۲۱) را داشت. به طور کلی متوسط کارایی مصرف مطلوب (WUE_M) گندم و جو در بخش پشت آب سیستان به ترتیب ۱/۰۳ و ۱/۰۸ به دست آمده است.

ابتدای ورودی کانال آبرسانی هر یک از اراضی کشاورزی با استفاده از یک تکه چوبی طریق تکه چوبی که در فاصله مشخص رهاشده (L) و هم‌زمان زمان رسیدن به مسافت مورد نظر برداشت می‌شد (t) و با اندازه‌گیری سطح مقطع دبی ورودی در هر کانال مزرعه را با استفاده از معادله پیوستگی جریان (Q=AV) که در آن A سطح مقطع جریان و V سرعت جریان که از رابطه (L/t) به دست می‌آید.

در ادامه عمق آب آبیاری را با توجه به دبی محاسبه شده و زمان آبیاری هر سهم (۴ هکتار) که حجم آب داده شده به زمین محاسبه می‌گردد و سپس با اندازه‌گیری ابعاد مزرعه و تقسیم حجم بر مساحت عمق آب آبیاری محاسبه شد و همچنین اندازه‌گیری آب مصرفی از ۳ تا ۵ نوبت در تاریخ‌های مختلف در سطح ۵ روستای به صورت تقریبی محاسبه شد. برای محاسبه کارایی مصرف آب (WUE) از رابطه (۱) استفاده شد.

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

که در آن: Y عملکرد برحسب (کیلوگرم در هکتار) و I عمق آبیاری (مترمکعب در هر هکتار) می‌باشد. برای برداشت محصول تکه‌ای از زمین به ابعاد ۱m×۱m انتخاب شد که نمونه بارز مزرعه باشد و در دو نمونه قوی و ضعیف از دو

جدول ۲- بررسی اثر مقدار آب آبیاری به کاررفته در عملکرد محصول گندم و جو در منطقه سیستان

Table 2- Investigating the effect of water irrigation used in wheat and barley yield in Sistan zone

جو Barley		گندم Wheat		نوع نمونه Sample type	نام روستا Village name
مقدار نوبت آب Turning water	وزن محصول Yield weight (kg/ha)	مقدار نوبت آب Turning water	وزن محصول Yield weight (kg/ha)		
4	8000	4	7400	قوی Strong	حاجی‌آباد Haji Abad
3	6500	4	6800	ضعیف Weak	
5	8000	4	7000	قوی Strong	پیران Piran
4	6000	3	5300	ضعیف Weak	
4	7500	4	7600	قوی Strong	چرک Cherk
3	6500	3	5200	ضعیف Weak	
4	7500	4	7500	قوی Strong	رهدار Rahdar
3	6000	3	5800	ضعیف Weak	
4	6700	4	5800	قوی Strong	تیمورآباد شیخی Teimur Abad Sheikhi
3	5500	3	5800	ضعیف Weak	

جدول ۳- محاسبه کارایی مصرف آب در مزارع با عملکرد قوی

Table 3- Calculation of Water Use Efficiency (WUE) in well-functioning farms

جو Barley			گندم Wheat			نام روستا Village name
کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE _M)	آب مصرفی Water consumption (m ³ /ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE _M)	آب مصرفی Water consumption (m ³ /ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	
1.08	8000	8600	1.09	7400	8050	حاجی آباد Haji Abad
1.01	8000	8100	0.94	7000	6620	پیران Piran
1.06	7500	7960	1.05	7600	8002	چرک Charak
1.05	7500	7910	1.04	7500	7800	رهدار Rahdar
1.21	6700	8080	1.40	5800	8150	تیمورآباد شیخی TeimourAbad Sheikhi

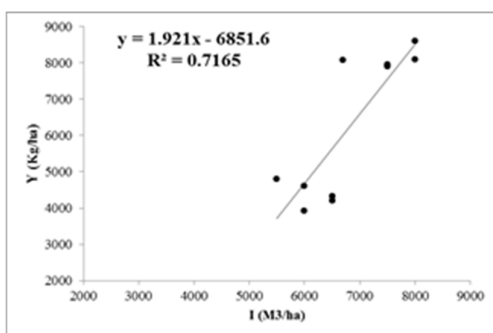
جدول ۴- محاسبه کارایی مصرف آب در مزارع با عملکرد ضعیف

Table 4- Calculation of Water Use Efficiency (WUE) in fields that have poor performance

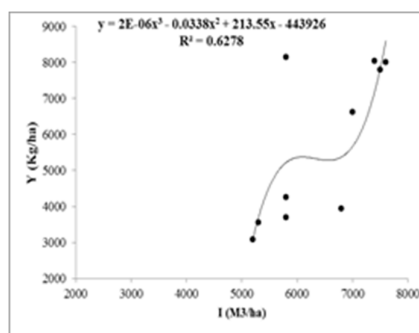
جو Barley			گندم Wheat			نام روستا Village name
کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE _M)	آب مصرفی Water consumption (m ³ /ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE _M)	آب مصرفی Water consumption (m ³ /ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	
0.64	4200	6500	0.57	6800	3940	حاجی آباد Haji Abad
0.65	3920	6000	0.67	5300	3550	پیران Piran
0.66	4325	6500	0.59	5200	3080	چرک Charak
0.76	4600	6000	0.73	5800	4250	رهدار Rahdar
0.87	4800	5500	0.63	5800	3700	تیمورآباد شیخی TeimourAbad Sheikhi

روستای تیمورآباد شیخی (۰/۶۳) به دست آمد که علت آن کم آبیاری می‌باشد و ندادن کود مناسب به اراضی کشت شده است. به‌طور کلی متوسط کارایی مصرف ضعیف (WUE_L) گندم و جو در بخش پشت آب سیستان به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۶۴ به‌دست آمده است.

نتایج جدول ۴ بیشترین مقدار کارایی مصرف آب ضعیف (WUE_L) برای گندم در روستای چرک (۰/۵۹) به‌دست آمده که ۳ نوبت آبیاری شده و کم آبیاری روی عملکرد و ندادن کود مناسب روی محصول گندم تأثیر گذاشته است و کمترین WUE_L در



(ب)



(الف)

شکل ۲- رابطه متقابل بین عملکرد الف: گندم و ب: جو با میزان آب مصرفی

Figure 2- Interaction between Performance A: Wheat and B: Barley with water consumption

داده‌اند و ۵ مورد هم تنها ۳ نوبت آبیاری کرده‌اند که اولین آبیاری آبان‌ماه ۱۳۸۵، دومین آبیاری دی‌ماه ۱۳۸۵، سومین آبیاری اسفندماه ۱۳۸۵ و چهارمین آبیاری فروردین‌ماه ۱۳۸۶ می‌باشد.

پیشنهادات

- پیشنهاد می‌شود که چهار نوبت آبیاری به کشاورز داده شود که در نوبت اول ۲۵ سانتی‌متر آب و در سه نوبت دیگر ۱۵ تا ۱۸ سانتی‌متر آب به مزرعه داده شود تا بیشترین عملکرد به دست آید.
- پیشنهاد می‌شود در زمان خشک‌سالی که منجر به کمبود آب می‌شود به جای اینکه عمق آب آبیاری را کاهش دهیم سطح را کاهش داده و عمق را ثابت نگاه داریم تا بیشترین عملکرد را داشته باشیم.
- در اراضی دشت سیستان شوری و قلیائیات، قابلیت نفوذ، پستی‌وبلندی و فرسایش بادی عوامل محدودکننده است که منجر به کاهش کارایی مصرف آب می‌شود. باوجود شوری و قلیایی زیاد در برخی اراضی، این اراضی از پتانسیل لازم جهت اصلاح برخوردار است. این امر در مورد هر دو پدیده شوری و قلیائیات در این اراضی صدق می‌نماید.
- اکثر کشاورزانی که اراضی آن‌ها دارای شوری زیاد بوده است، جهت بالابردن عملکرد و افزایش کارایی محصول خود اقدام به جمع‌آوری خاک سطحی شور با استفاده از ادوات کشاورزی و قراردادن آن‌ها در مرز اراضی خود نموده‌اند. پیشنهاد می‌گردد مطالعاتی در این زمینه جهت مقایسه این روش و انجام آبشویی در کنترل شوری انجام گردد.
- باید در مورد آموزش کشاورزان و افزایش قابلیت‌های کشاورزی نوین به آن‌ها آموزش‌های لازم را داد؛ زیرا هر قدر که هزینه زیادی برای تأمین آب مورد نیاز مصرف گردد، کشاورز است که باید به نحوی صحیح از امکانات موجود استفاده و نگهداری آن اقدام نماید.
- پیشنهاد می‌شود الگوی کشت در منطقه تغییر اساسی یافته و از ارقام مقاوم به شوری و کم‌آبی استفاده شود. با توجه به مصرف آب کم این گونه‌ها راهکاری مدیریتی در منطقه بشمار می‌رود که با تشکیل کارگروه‌هایی می‌توان به این هدف دست یافت.

برخلاف آنکه در اغلب مطالعات منطقه‌ای زانگ و اوئیس (Zhang and Oweis, 1999) و زانگ و همکاران (Zhang et al., 1999) تابع همبستگی درجه دومی با ضریب همبستگی قابل قبولی بین عملکرد و مقدار آب آبیاری مصرفی گندم گزارش شده‌اند (افزایش غیرخطی عملکرد گیاه با افزایش میزان آب مصرفی) در این مطالعه مطابق شکل ۲- الف تابع درجه سومی بین عملکرد و میزان آب کاربردی برای گندم متوسط بوده (۰/۶۲) و نشان می‌دهد افزایش عملکرد تولید یک محصول علاوه بر عملیات آبیاری و اعمال مدیریت صحیح آبیاری در مزرعه به عوامل متعدد دیگری نظیر اقلیم، خاک، توپوگرافی، آفات و بیماری‌ها و دیگر پارامترهای زراعی بستگی دارد و می‌تواند سبب کاهش یا افزایش تولید واقعی نسبت به تولید پتانسیل گردد (نخجوانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). ولی در تحقیق حاضر با توجه به یکسان بودن اقلیم بستگی به مدیریت آبیاری، آفات و بیماری‌ها، کود و خاک دارد.

در شکل ۲- ب رابطه‌ی همبستگی درجه دومی قابل قبولی (۰/۷۲) برای محصول جو بین عملکرد و آب مصرفی نشان می‌دهد که با مطالعات زانگ و اوئیس (Zhang and Oweis, 1999) و انگلیش و ناکامورا (English and Nakamura, 1989) هماهنگی دارد؛ و نشان می‌دهد که گیاه جو نسبت به گندم مقاوم‌تر بوده و با مدیریت صحیح آبیاری عملکرد بالایی را در منطقه داشته باشد.

نتیجه‌گیری

در نتیجه این بررسی صحرایی و مزرعه‌ای نشان می‌دهد که در مزارع گندم نرخ بهره‌وری آب از حدود ۰/۶۸ تا ۱/۴۱ در نوسان است که متوسط آن ۰/۹۱ کیلوگرم گندم به‌ازای هر مترمکعب آب مصرفی است و این شاخص در سطح کشور از ۰/۸ تا یک کیلوگرم به‌ازای هر مترمکعب گزارش شده است. آب مصرفی بر اساس این تحقیق از ۵۲۰۰ مترمکعب در هر هکتار تا ۷۴۰۰ مترمکعب در هکتار یا برحسب عمق آبیاری ناخالص از ۵۲۰ میلی‌متر تا ۷۴۰ میلی‌متر بوده است که در ۳ یا ۴ نوبت در هر نوبت از ۱۷۰ میلی‌متر تا ۲۴۶ میلی‌متر (۳ نوبت) و ۱۳۰ میلی‌متر تا ۱۸۵ میلی‌متر (۴ نوبت) می‌باشد. از ۱۰ نمونه برداری برای ارزیابی عملکرد گندم در مقابل آب مصرفی ۵ مورد ۴ آبیاری انجام

References

- Abasalan, Sh., Karimi, M., Heidari, N., Dehghan, A., Abbasi, F. and Rahimian, M.H. 2010. Determination and evaluation of water use efficiency in the lower saline lands of the Karkheh watershed. Research Report No. 89/1267. *Agricultural Engineering Research Institute*. (In Persian)
- Alizadeh, A. 2005. Relationship between water, soil and plant. Fifth Edition. *Astan Qouds Razavi Publication*. 472 pages. (In Persian)
- Anonymous. 2000. Report of Sistan and Baluchestan and two years of drought, Management and Planning Organization of Sistan and Baluchestan province, (In Persian).

- Dehghan, H., Alizadeh, A., Ansari, H. and Haghayeghi Moghaddam, S. A.** 2011. Evaluation of Water Productivity Indicators in Wheat Irrigated Fields (Case study: Neyshabur plain). *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 2 (5): 263-275, (In Persian).
- English, M.J. and Nakamura B.C.** 1989. Effects of deficit irrigation and irrigation frequency on wheat yields. *Journal of American Society of Civil Engineering*, 115(IR2):172-184.
- Kahlowan, M.A., Raof, A., Zubair, M. and Doral, Kemper, W.** 2007. Water use efficiency and economic feasibility of growing rice and wheat with sprinkler irrigation in the Indus Basin of Pakistan. *Agricultural Water Management*, 87(3), 292-298.
- Keshavarz, E. and Sadeghzade, K.** 2000. Water Use Management in Agriculture, Estimating Demand for the Future, Economic Crisis, Current Situation, Future Prospects and Ways to Optimize Water Consumption. Ministry of Agricultural jahad, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, *Agricultural Engineering Research Institute*. 29 pages. (In Persian)
- Keykhaei, F. and Ganjikhorrandel, N.** 2016. Effect of deficit irrigation in corrugation and border methods on yield and water use efficiency of wheat cv. Hamoon. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(1): 1-11. (In Persian).
- Miri, E., Pahlevanroy, A. and Moghadamnia, E.** 2009. Investigating the occurrence of rainstorms and storms in Sistan-e-Pays region after periodic droughts. *Quarterly journal of rangelands and expressions of Iran*. Volume 16, No. 3, pp. 342-329.
- Molden, D.** 1997. Accounting for water use and productivity (No. 42). Iwmi.
- Nakhjavani Moghaddam, M., Ghahreman, B. and Zarei, Gh.** 2017. Wheat Water Productivity Analysis under Different Irrigation Management Practices in Some Regions of Iran. *Journal of Water Research in Agriculture*, 31 (1): 43-57, (In Persian).
- Salamati, N., Baghani, J. and Abbasi, F.** 2018. Determination of wheat water productivity in sprinkler and surface irrigation systems (Case Study in Behbahan). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49 (4): 821- 830, (In Persian).
- Shajari, Sh.** 2012. Comparison of productivity and economic and technical efficiency of irrigation water in wheat fields in Darab plain: Considering the Risks. Abstract of the Articles of the first National Conference on Water Management on the Farm, 10-9 June 2012, *Karaj-Soil and Water Research Institute*, p. 16.(In Persian)
- Tavousi, T. and Raiespour, K.** 2010. Statistical analysis and prediction of the probability of occurrence of severe storms using partial series analysis (Case study: Sistan Area). *Geographical studies of arid regions*, First year, No. 2, pp. 105-93. (In Persian)
- Yaghoubi, F., Jami-alahmadi, M., Bakhshi, MR. and Sayyari zahan, MH.** 2016. Comparison of Indicators of Technical and Economic Water Use Efficiency in Saffron and Wheat Production Systems in the Qaenat Region.
- Zhang, H. and Oweis, T.** 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agric. Water Manage.* 38:195-211.
- Zhang, H., Wang, X., You, M. and Liu, C.** 1999. Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China Plain. *Irrigation Scienc*, 19:37-45.
- Zabouli, Z.** 2011. Analysis of Passive Defense Pattern in Rural Areas of Mohammad Abad Sistan, MSc., Department of Geography, University of Zabul, Pages 1- 214. (In Persian)

Investigation of water use efficiency of wheat and barley in arable lands of sistan plain

Mohammad Naderianfar¹, Hadi Dehghan^{2*}

¹Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

²Water Science and Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran

*Corresponding Author: H.dehghan@kashmar.ac.ir

Received: 11 January 2019

Accepted: 18 May 2019

DOI: 10.22034/csrar.2020.118946

Abstract

Water productivity is a key factor for identifying the agricultural systems appropriate for arid and semi-arid regions. The objective of this study was to identify the effectiveness of wheat and barley's water usage in Poshteab district of Sistan. This field research included 5 villages of Rahdar, Cherk, Hajiabad, Piran and Teymurabad sheykhi. To calculate the volume of irrigation in channels, the float method was used. Moreover, the depth of irrigation in farms were determined. A piece of land as the prominent sample was selected for harvesting which had 1m×1m dimensions. Two other powerful and weak samples were selected from two different lands in every village (in some cases the two samples were beside each other) and were harvested. When wheat samples were dried, the separation process was done manually. Every land's seeds were weighted and their yield was evaluated. All in all, the average efficiency of water usage effectiveness of wheat and barley in Poshteab district of Sistan were 1.03 and 1.08 kg/m³, respectively. Additionally, the average efficiency of weak usage of Wheat and barley in Poshteab districts of Sistan were 0.72 and 0.64 kg/m³, respectively. Moreover, the functional chart of wheat and barley yield along with the depth of used water indicated that increasing the wheat and barley's yielding, not only depended on water use, but also it depended on the irrigation management, calamities, fertilizers and soil, considering the same climates in the region.

Key words: Irrigation management, The volume of irrigation water, Water Use Efficiency, Yield

