Archive of SID

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۸ **Doi: 10.22034/csrar.2020.118946**

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 ۱m×۱m 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 بذر به دست آمد. به‌طورکلی 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

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 استحصال‌شده سالانه را به خود اختصاص می‌دهد، درصورتی‌که 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 به‌تدریج 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 نقطه‌به‌نقطه دیگر آن انتقال پیدا کند. این عمل باعث می‌شود که 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 مورداستفاده 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 بیلان آب در خاک از جنبه نظری

[1]Water Use Efficiency

www.SID.ir

Archive of SID

موردتوجه بیشتری قرار گرفت. آبسلان 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 موردمطالعه 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 ۰/۰۰۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. کاهلون و همکاران (Kahlown *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 بیلان آب‌وخاک SWAP اندازه‌گیری کردند. متوسط شاخص‌های بهره‌وری آب تحت عبارات WP_T (نسبت عملکرد به تعرق واقعی گیاه)، WP_{ET} (نسبت عملکرد به تبخیر- تعرق واقعی گیاه)، WP_{ETQ} (نسبت عملکرد به مجموع تبخیر- تعرق واقعی گیاه به‌اضافه نفوذ عمقی) و WP_{Irr} (نسبت عملکرد به مجموع آب کاربردی) به ترتیب ۱/۲۸، 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 موردبررسی 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 درروش 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 ازیک‌طرف 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 - تعرق 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 درنهایت سبب تشکیل برگ‌های کوچک‌شده و درنتیجه 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 حقابه‌ها 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 موردمطالعه

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

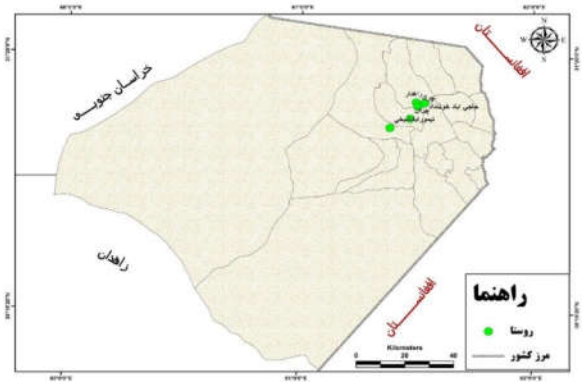
www.SID.ir

Archive of SID

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 (به‌غیراز 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 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).



شکل ۱- منطقه موردمطالعه 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

شهرستان county	تعداد روستا Village count	جمعیت شهرستان City population	جمعیت شهری Urban population	جمعیت روستایی Rural population	وسعت شهرستان Area (km²)
زابل Zabol	68	165666	138742	26924	344
زهک Zehak	168	74896	13357	61539	945
هیرمند Hirmand	305	63979	6621	57358	1100
نیمروز Nimruz	113	48471	3759	44712	8175
هامون Hamun	150	41017	8404	32613	4987
جمع Sum	804	394029	170883	223146	15551

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 آلپی به شکل هسته مقاومی عمل نمود؛ و بعد از آخرین مراحل بالاآمدگی کوه‌های شرقی ایران، به‌تدریج توسط رسوبات و به‌ویژه رسوبات ریزدانه رسی و مارنی که ماحصل عمل حمل و رسوب‌گذاری رود هیرمند در طول ده‌ها هزار سال بوده، پوشانده شده است. مشخصه‌های 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 منتقل‌شده و در آنجا ته‌نشین شده‌اند. از این نقطه‌نظر انواع خاک‌های رسوبی دشت را می‌توان به سه‌طبقه 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؛

www.SID.ir

Archive of SID

- 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 مورداستفاده 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 موردمطالعه 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 هنگامی‌که 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 رهاشده 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 قرارگرفته است. تأمین این نیاز حیاتی صرفاً متکی بر منابع آب است که به‌طورکلی به دودسته آب‌های سطحی[1] و آب‌های زیرزمینی[2] 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 پریان 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 دوشاخه 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 احداث‌شده 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 کیلومتری شهرستان زهک و در کنار روستای قلعه نوی قرار دارند. در منطقه سیستان چهار چاه‌نیمه وجود دارد که آب مازاد رودخانه هیرمند توسط کانالی به آن هدایت می‌شود. گنجایش ۳ چاه‌نیمه ۱، ۲ و ۳، ۷۰۰ میلیون متر مکعب و چاه نیمه ۴، ۸۰۰ میلون متر مکعب است که به صورت دریاچه مصنوعی درآمده‌است.

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 هرچند 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 درنهایت کوه‌های هیمالیا در هندوستان، در منطقه پستی واقع است جریان آب‌های زیرزمینی به‌سوی جلگه سیستان بی احتمال 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 دراین‌رابطه، مؤید وجود آب زیرسطحی در دشت سیستان در مناطقی ازجمله زهک، بندان، سفیدابه، حرمک، جاده خرما و اطراف جاده زابل - زاهدان - نهبندان 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 ازدست‌داده‌اند 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 مورداستفاده 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 استفاده‌شده است. بدین‌صورت که در

[1]Surfacewater
[2]Groundwater

www.SID.ir

Archive of SID

ابتدای ورودی کانال آب‌رسانی هر یک از اراضی کشاورزی با استفاده از یک‌تکه چوبی طریق تکه چوبی که در فاصله مشخص رهاشده (L) و هم‌زمان زمان رسیدن به مسافت موردنظر 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 محاسبه‌شده و زمان آبیاری هر سهم (۴ هکتار) که حجم آب‌داده 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 به‌صورت تقریبی محاسبه شد. برای محاسبه کارایی مصرف آب (WUE) از رابطه (۱) استفاده شد.

$$WUE = \frac{Y}{I} \qquad (۱)$$

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 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 به‌صورت دستی انجام شد و دانه‌های مربوط به هر زمین را به‌وسیله ترازوی دیجیتال با خطای ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

میزان آب مصرفی، وزن محصول و تعداد نوبت‌های آب از مزارع به‌صورت پرسش‌نامه‌ای تهیه‌شده که نتایج آن در جدول ۲ ارائه‌شده است. طبق نتایج جدول ۳ بیشترین مقدار کارایی مصرف آب مطلوب (WUE_M) برای گندم در روستای حاجی‌آباد (۱/۰۹) به‌دست‌آمده 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. به‌طورکلی متوسط کارایی مصرف مطلوب (WUE_M) گندم و جو در بخش پشت آب سیستان به ترتیب ۱/۰۳ و ۱/۰۸ به‌دست‌آمده است.

جدول ۲- بررسی اثر مقدار آب آبیاری به‌کاررفته 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

نام روستا Village name	نوع نمونه Sample type	گندم Wheat			جو Barley		
		آب مصرفی Water consumption (m^3/ha)	وزن محصول Yield weight (kg/ha)	مقدار نوبت آب Turning water	آب مصرفی Water consumption (m^3/ha)	وزن محصول Yield weight (kg/ha)	مقدار نوبت آب Turning water
حاجی‌آباد Haji Abad	قوی Strong	8050	7400	4	8600	8000	4
	ضعیف Weak	3940	6800	4	4200	6500	3
پیران Piran	قوی Strong	6620	7000	4	8100	8000	5
	ضعیف Weak	3550	5300	3	3920	6000	4
چرک Cherk	قوی Strong	8002	7600	4	7960	7500	4
	ضعیف Weak	3080	5200	3	4325	6500	3
رهدار Rahdar	قوی Strong	7800	7500	4	7910	7500	4
	ضعیف Weak	4250	5800	3	4600	6000	3
تیمورآباد شیخی Teimur Abad Sheikhi	قوی Strong	8150	5800	4	8080	6700	4
	ضعیف Weak	3700	5800	3	4800	5500	3

www.SID.ir

Archive of SID

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

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

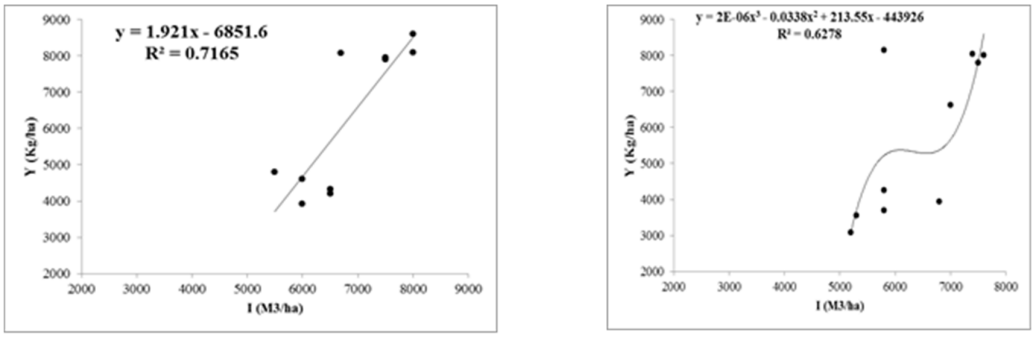
جو Barley			گندم Wheat			نام روستا Village name
کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE_M)	آب مصرفی Water consumption (m^3/ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	کارایی مصرف آب Water Use Efficiency (WUE_M)	آب مصرفی Water consumption (m^3/ha)	عملکرد Yield (kg/ha)	
1.08	8000	8600	1.09	7400	8050	حاجی‌آباد Haji Abad
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	حاجی‌آباد 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

نتایج جدول ۴ بیشترین مقدار کارایی مصرف آب ضعیف (WUE_L) برای گندم در روستای چرک (۰/۵۹) به‌دست‌آمده 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 روستای تیمورآباد شیخی (۰/۶۳) به دست آمد که علت آن کم آبیاری می‌باشد و ندادن کود مناسب به اراضی کشت‌شده است. به‌طورکلی متوسط کارایی مصرف ضعیف (WUE_L) گندم و جو در بخش پشت آب سیستان به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۶۴ به‌دست‌آمده است.



(الف) (ب)

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

www.SID.ir

Archive of SID

برخلاف آنکه در اغلب مطالعات منطقه‌ای زانگ و اویس (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 گزارش‌شده‌اند (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 باتوجه‌به 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 اویس (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

درنتیجه 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 گزارش‌شده 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 استِ 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 نمونه‌برداری برای ارزیابی عملکرد گندم در مقابل آب مصرفی ۵ مورد ۴ آبیاری انجام 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 به‌جای اینکه عمق آب آبیاری را کاهش دهیمِ سطح را کاهش داده و عمق را ثابت نگه‌داریم 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 هرقدر که هزینه زیادی برای تأمین آب موردنیاز 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. باتوجه‌به مصرف آب کم این گونه‌ها راهکاری مدیریتی در منطقه بشمار می‌رود که با تشکیل کارگروه‌هایی می‌توان به این هدف دست‌یافت.

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 ReportNo.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 Balouchestan and two years of drought, Management and Planning Organization of Sistan and Baluchestan province, (In Persion).

www.SID.ir

Archive of SID

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 lrrigation 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.

Kahlown, M.A., Raoof, 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 Ganjikhorramdel, 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 Agriculure*, 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)

www.SID.ir

Archive of SID

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

Mohammad Naderianfar[1], Hadi Dehghan[2*]

[1]Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
[2]Water 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/m^3, respectively. Additionally, the average efficiency of weak usage of Wheat and barley in Poshteab districs of Sistan were 0.72 and 0.64 kg/m^3, 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

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir