نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۳۰۷-۲۹۷

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p. 297-307

بهبود بهره‌وری بارش در تولید گندم دیم با اعمال گزاره‌های بهبود در سطح مزارع زارعین در منطقه سردسیر بالادست حوضه کرخه

علیرضا توکلی[1*]، عبدالمجید لیاقت[2]، امین علیزاده[3]، شهرام اشرفی[4]، ذیب عویس[5]، مسعود پارسی نژاد[6]

چکیده

پراکنش نامناسب و مقدار ناکافی و نامطمئن بارش در زراعت دیم به همراه ضعف ساختاری و مدیریتی سبب شده است که عملکرد محصولات دیم دچار نوسانات شدیدی باشند. با اجرای آزمایشات مزرعه‌ای برای گندم دیم در سایت منتخب هنام (شهرستان سلسله استان لرستان) و در مزارع زارعین، به بررسی اثرات توامان آبیاری محدود و مدیریت زراعی پرداخته شد. دو سطح مدیریت زراعی (سنتی و برتر) با چهار سطح آبیاری محدود (دیم، تک آبیاری در زمان کاشت به میزان ۷۵ میلیمتر، تک آبیاری بهاره به میزان ۵۰ میلیمتر و آبیاری در دو نوبت پاییزه و بهاره به میزان ۱۲۵ میلیمتر) با هدف تامین رطوبت کافی برای مراحل حساس رشد مورد مطالعه و پژوهش قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین برنامه مدیریتی از ترکیب مدیریت برتر زراعی با گزاره‌های آبیاری محدود حاصل می‌شود که دارای شاخص بهره وری کل آب مصرفی بیشتری است. در شرایط دیم و بدون اعمال آبیاری محدود، مدیریت برتر زراعی بر مدیریت سنتی ارجحیت دارد چرا که بهره وری بارش از ۰/۳۵ کیلوگرم بر متر مکعب تحت شرایط مدیریت سنتی با اعمال مدیریت برتر زراعی به مقدار ۰/۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش یافت که افزایشی به میزان ۲۸/۶ درصد را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تک آبیاری در پاییز یا بهار (ظهور سنبله تا گلدهی) بهره وری کل آب مصرفی (مجموع بارش و آبیاری) را به محدوده ۰/۶۳-۰/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب ارتقا بخشید و بهره وری آب آبیاری نیز برابر ۳/۲۶-۲/۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب گردید. تامین بخشی از نیاز آبی محصول در مراحل حساس زمان کاشت و مرحله ظهور سنبله تا گلدهی، توسعه عمقی ریشه و افزایش پوشش سبز و در نتیجه کاهش تلفات تبخیر سبب اثربخشی آبیاری محدود شده است. کم بودن عملکرد محصول در واحد سطح (و متعاقب آن بهره وری بارش) در مزارع زارعین به دلیل ضعف مدیریت زراعی کاربردی است.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، دیم، تک‌آبیاری، مدیریت زراعی، عملکرد، حوضه رودخانه کرخه

مقدمه

حوضه رودخانه کرخه در غرب ایران در عرض جغرافیایی ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ تا ۴۹ درجه شرقی واقع شده است (Muthuwatta et al., 2009). حدود ۹ درصد کل اراضی آبی کشور در حوضه کرخه واقع شده و ۱۱-۱۰ درصد کل تولید گندم از این حوضه به دست می‌آید (Marjanzadeh, 2008; Muthuwatta et al., 2009). این حوضه دارای اقلیمی نیمه خشک تا خشک است (Hesari et al., 2008) و کل مساحت حوضه کرخه ۵۰۷۶۴ کیلومتر مربع است که ۸۹۴۰ کیلومتر مربع (۸۹۴ هزار هکتار) آن مناسب برای کشت دیم است (Keshavarz, 2005; Farahani and Oweis, 2008). میزان اراضی دیم در بالادست حوضه کرخه قابل توجه بوده و نقش مهمی در معیشت و تامین نیازهای زندگی مردم دارد. در حوضه کرخه، بهره‌وری بارش نه تنها کم، بلکه دارای تغییرات شدیدی است که متاثر از مدیریت زراعی ضعیف، محدودیت دسترسی به ماشین‌آلات زراعی، کمبود خدمات ترویجی و نیز تغییرات مقدار و پراکنش بارش می‌باشد. برای افزایش و پایداری بهره‌وری بایستی به درآمد زارعین و ویژگی‌های محلی توجه داشت. تحت شرایط اقلیمی و جنبه‌های اقتصادی، شیوه‌های مدیریت آب بایستی با دیگر مدیریت‌های زراعی تلفیق و سازگار شود تا سبب بهبود معیشت و پایداری آن گردد. غلات زمستانه و نخود از جمله مهم‌ترین محصولات دیم در اراضی دیم بالادست حوضه کرخه هستند (Farahani and Oweis, 2008). همانطور که بارش در منطقه غرب

۱- کاندیدای دریافت درجه دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران
(* - نویسنده مسئول: Email: art.tavakoli@gmail.com)
۲و۶- به ترتیب استاد و استادیار دانشگاه تهران
۳ – استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴ - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۵- مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک، ایکاردا

Archive of SID
www.SID.ir

آسیا و شمال آفریقا و در غالب مناطق با اقلیم مدیترانه ای، دارای ویژگی هایی چون مقدار اندک، توزیع نامناسب در طول فصل رشد و تغییرات شدید سال به سال است، در این منطقه نیز عملکرد اندک و متاثر از تغییرات میزان و پراکنش بارش است، به طوری که عملکرد غلات دیم کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد نخود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است (Farahani and Oweis, 2008). مقدار کل بارش سالیانه در این منطقه بین ۳۵۰ تا بیش از ۵۰۰ میلی‌متر نوسان دارد و بهره‌وری بارش (Rain water productivity = RWP)، در شرایط حاضر برای محصولات دیم بین ۰/۳ تا ۰/۵ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر است و (Farahani and Oweis, 2008; Tavakoli et al., 2008).

کاهش خطر پذیری در سیستم زراعی دیم، در حصول عملکرد مطلوب و تولید پایدار، مؤثر است. یکی از راهکارهای کاربردی در حصول عملکرد و تولید پایدار، اعمال مدیریت یک بار آبیاری (تک‌آبیاری) برای محصولات زراعی در شرایط دیم است که نتایج در خور توجهی به دنبال داشته است (Tavakoli, 2001, Caliandro and Boari, 1992; Oweis et al., 2001; Tavakkoli and Oweis, 2004; Zhang and oweis, 1999). تاریخ کاشت فاکتور مهمی در افزایش بهره‌وری بارش در زراعت دیم است، تحقیقات انجام شده در اقلیم مدیترانه‌ای استرالیا نشان داد که تأخیر در کاشت بعد از زمان بهینه بر اساس بارش فصل زراعی به طور چشمگیری عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (O'Leary et al., 1985; French and Schultz, 1984; Batten and Khan, 1987).

تحقیقات به‌زراعی نشان داده است که کاشت زود هنگام (نوامبر) بسیار اهمیت دارد (Photiades and Hadjichristodoulou, 1984). از لحاظ دوره زمانی پراکنش بارش در فصل زراعی، دو مرحله عموماً ممکن است بیشترین درجه تاثیرات را به خود ببینند، یکی در زمان کاشت است که ممکن است اولین بارندگی موثر پاییزه، با تاخیر مواجه باشد و در نتیجه، هم‌زمان با افت درجه حرارت و سرد شدن هوا و خاک و با توجه به حداقل درجه حرارت لازم برای جوانه‌زنی و ادامه رشد، امکان جوانه زدن، رشد و استفاده از بارش‌های پاییزی میسر نگردد (Tavakkoli and Oweis, 2004) زیرا حداقل درجه حرارت لازم برای جوانه زنی و ادامه رشد (صفر گیاهی) در منابع مختلف برای گندم و جو صفر درجه سانتی‌گراد (FAO, 2010) و ۵-۳ درجه سانتی‌گراد (Mayer and Poljakoff-Mayber, 1975) ذکر شده است. از دیگر مراحل حساس گندم به کمبود رطوبت خاک، مرحله پایانی رشد (گل‌دهی تا رسیدن) است که ممکن است آخرین بارندگی مؤثر بهاره، زودتر از روال معمول خاتمه یافته و در مرحله حساس پایانی رشد گیاه، رطوبت کافی برای تشکیل و پر شدن دانه وجود نداشته باشد، لذا اگر بتوان با اعمال تمهیدات و روش‌های علمی ـ کاربردی، بسته به شرایط اقلیمی و خاک، محصول را در این مراحل حمایت کرد، نه‌تنها افزایش عملکرد محسوسی ایجاد می‌شود بلکه از نظر اقتصادی نیز توجیه‌پذیر است و بسته به شرایط منطقه‌ای ممکن است این مراحل حساس بیشتر در زمان کاشت و یا مرحله گل‌دهی بروز نماید و بر عملکرد شدیداً تاثیر بگذارد (Tavakoli et al., 2000). عمق آب آبیاری تکمیلی نه فقط بر اساس نسبت قیمت نهاده به ستانده بلکه بر اساس شرایط اقلیمی سال زراعی تعیین می‌شود (Owis and Hachum, 2009).

روند رو به رشد به کارگیری آبیاری تکمیلی و سودمندی اقتصادی آن قابل توجه است، به نحوی که سطوح تحت آبیاری تکمیلی در برخی از کشورها روند فزاینده ای داشته است، سطح تحت آبیاری تکمیلی در سوریه از ۷۴ هزار هکتار در سال ۱۹۸۰ به ۴۱۸ هزار هکتار در سال ۲۰۰۰ افزایش یافت (Department of planning and statistic, 2001)، هزینه آبیاری تکمیلی محصولات دیم در سوریه حدود ۱۵۰ دلار در هکتار تعیین شد و درآمد ناشی از آن ۳۰۰ دلار در هکتار بوده است (Somme and Al-Qaise, 2000).

حداکثر نمودن بهره‌وری از آب و نه عملکرد در واحد سطح، راهبردی مؤثرتر و بهتر برای مدیریت مصرف آب در چنین شرایطی است (Oweis and Hachum, 2004). از جمله شاخص‌های کاربردی در مباحث و طرح‌های آبیاری که مبنایی اقتصادی دارد شاخص‌های کارآیی مصرف آب (Water use efficiency = WUE) و بهره‌وری آب (Water productivity = WP) می‌باشند. ارزش و کاربرد این شاخص‌ها به ویژه شاخص بهره‌وری آب در مناطقی با شرایط محدودیت منابع آب یا پر هزینه بودن استحصال و مصرف آب، اهمیت و کاربرد بیشتری می‌یابد و شاخص مناسبی برای برنامه‌ریزی آبیاری بهینه برای غلات است (Zhang and Oweis, 1999). بهره‌وری از آب مصرفی به صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی محصول تعریف می‌شود، آب مصرفی محصول شامل بارش، آبیاری یا مجموع آبیاری + بارش می‌باشد (Oweis, 1997; Oweis et al., 2000; Oweis and Hachum, 2004; Schneider and Howell, 1996; Tavakkoli and Oweis, 2004; Zhang et al., 1998, 1999; Zhang and Oweis, 1999; Zhang, 2003).

اهداف این تحقیق شامل تعیین بهره‌وری بارش در شرایط حاضر کشت گندم دیم و در مزارع زارعین، بهبود آن از طریق مدیریت توامان آبیاری محدود و عملیات زراعی برتر و نیز تخمین تابع تولید اثربخشی مدیریت تلفیقی است.

مواد و روش‌ها

دو سیستم اصلی تولیدات کشاورزی در حوضه رودخانه کرخه عبارتست از زراعت دیم، که عمدتاً در بخش شمالی حوضه واقع است و زراعت آبی که عمدتاً در بخش جنوبی حوضه قرار دارد. بخش

Archive of SID

www.SID.ir

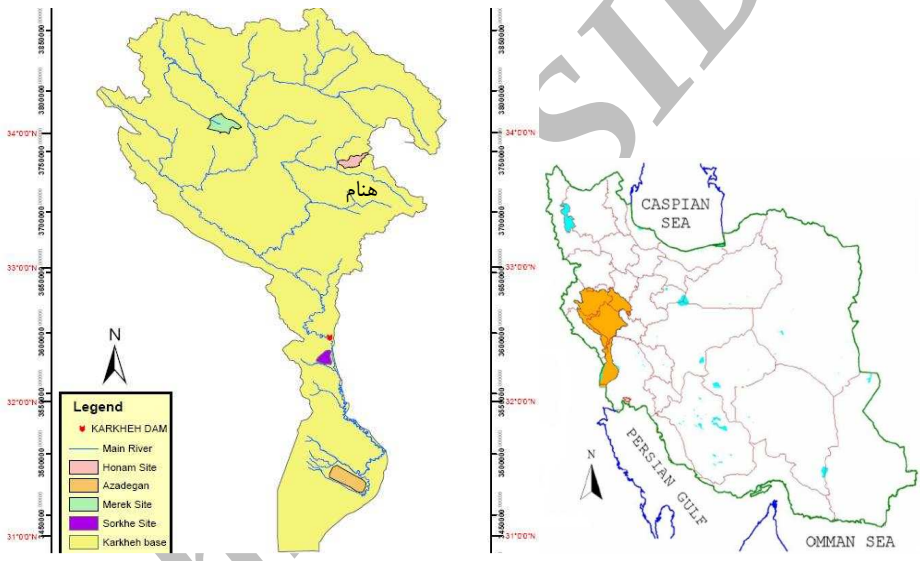
اعظمی از استان‌های کرمانشاه، لرستان، همدان و خوزستان و بخش‌های کوچکی از استان‌های ایلام، کردستان و مرکزی، حوضه کرخه را تشکیل می‌دهند و تقریباً بجز خوزستان بقیه استان‌های ذکر شده در بالادست حوضه رودخانه کرخه واقع‌اند. سرشاخه‌های حوضه رودخانه کرخه شامل گاماسیاب، قره سو، کشکان و سیمره هستند.

برای مطالعه تیمارهای مورد نظر، منطقه هنام در استان لرستان، شهرستان سلسله، شهر الشتر در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۵۶۷ متر انتخاب شد که رودخانه هنام به عنوان یکی از سرشاخه‌های کرخه، در این منطقه واقع شده و از سراب و چشمه‌ها سرچشمه می‌گیرد. موقعیت جغرافیایی محل اجرای پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.

پارامترهای هواشناسی

داده‌های هواشناسی مورد نیاز از جمله بارش، تبخیر، رطوبت نسبی، حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا، سرعت باد و ساعات آفتابی از نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی (ایستگاه الشتر) تهیه گردید. بخشی از این داده‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

منطقه هنام دارای شرایط آب و هوایی نیمه سرد می‌باشد. میانگین ۱۰ ساله بارش سایت هنام، مطابق با آمار هواشناسی ایستگاه الشتر برابر ۴۵۷ میلیمتر است. هر چند کل بارش فصل زراعی یک عامل موثر در موفقیت تولید در زراعت دیم می‌باشد اما پراکنش بارش در طول دوره رشد محصول بسیار اهمیت دارد. کل بارش در سایت هنام در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ لغایت ۸۷-۱۳۸۶ به ترتیب ۵۴۴، ۵۷۳ و ۲۹۴ میلیمتر بوده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه منتخب پژوهشی در بالادست حوضه کرخه

جدول ۱- بخشی از داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی الشتر، سایت هنام*

Honam site climate data		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.
۸۵-۱۳۸۴	T_{max}(°C)	۲۵/۱	۱۶/۲	۱۴/۱	۶/۳	۱۱/۲	۱۷	۲۰/۵	۲۶/۵	۳۴/۳	۳۶/۸	۳۶/۳	۳۱/۵
	T_{min}(°C)	۳/۷	۰/۶	-۱/۸	-۴/۳	-۱/۱	-۱	۳/۶	۶	۸/۴	۱۲/۳	۱۴/۱	۷
	P(mm)	۷/۶	۵۵/۲	۸۶/۲	۹۷/۶	۱۷۶/۲	۳۷/۸	۷۵/۸	۷/۲	۰/۳	۰	۰	۰
۸۶-۱۳۸۵	T_{max}(°C)	۲۳	۱۴/۲	۶/۷	۶/۴	۱۰/۳	۱۲/۱	۱۷/۳	۲۶/۹	۳۲/۷	۳۵/۴	۳۵/۳	۳۲/۴
	T_{min}(°C)	۷/۱	۰/۶	-۵/۴	-۶/۵	-۱/۶	-۰/۸	۴/۲	۸/۱	۹/۴	۱۲/۶	۱۲/۲	۷/۹
	P(mm)	۸۴/۳	۸۲	۳۳/۹	۳۹/۱	۹۷/۲	۹۰/۶	۱۰۹/۶	۳۶/۵	۰	۰	۰	۰
۸۷-۱۳۸۶	T_{max}(°C)	۲۵/۵	۱۸/۳	۹/۹	۳/۳	۸/۷	۱۹/۷	۲۳/۳	۲۴/۸	۳۲/۲	۳۵/۴	۳۶/۴	۳۲/۱
	T_{min}(°C)	۴/۳	-۰/۹	-۲/۷	-۱۰/۶	-۵/۹	۱/۱	۳	۵/۸	۸/۳	۱۲/۶	۱۳/۴	۹/۸
	P(mm)	۰/۷	۴۵/۴	۱۰۳/۷	۵۰/۱	۵۹/۷	۳/۸	۹/۱	۲۱/۳	۰/۱	۰	۰	۰

* Maximum and Minimum temperatures (T_{max}, T_{min}), Precipitation (P), for the three study seasons.

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط سالانه درجه حرارت هوا در سایت هنام ۱۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد بوده است. شاخص درجه روز رشد (GDD[1]) که از فرمول‌های زیر به دست آمده (Ojeda-Bustamante et al., 2004) نشان می‌دهد که شاخص درجه روز رشد در سایت هنام در سه سال زراعی مورد نظر به ترتیب ۱۶۷۷، ۱۴۹۶ و ۱۵۳۰ بوده است. این مقادیر مربوط به دوره زمانی ۹ مهر تا ۹ تیر (Oct.-June) است.

$$GDD = T_a - T_{c-\min} \quad T_a < T_{c-\max} \qquad (۱)$$

$$GDD = T_{c-\max} - T_{c-\min} \quad T_a \geq T_{c-\max} \qquad (۲)$$

$$GDD = 0 \qquad T_a < T_{c-\min} \qquad (۳)$$

که در آن Ta، Tc-minو Tc-max به ترتیب متوسط روزانه درجه حرارت هوا و حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا که رشد گندم کمتر از آن و بیشتر از آن متوقف خواهد شد.

تیمارهای آبیاری تکمیلی محدود و مدیریت زراعی

تیمارهای آبیاری محدود که برای مزارع زارعین تعریف شد عبارتند از:

۱ – تک آبیاری ۷۵ میلیمتری در زمان کاشت

۲– تک آبیاری ۵۰ میلیمتری بهاره

۳– ۱۲۵ میلیمتر آب آبیاری در زمان کاشت و بهاره

۴– بدون آبیاری (شرایط دیم)

مقادیر آب آبیاری متوسط آب کاربردی در سطح مزرعه است که از طریق اندازه گیری سطح مزرعه حجم آب مورد نیاز نوارهای کشت، تعیین و اندازه گیری شد.

تیمارهای مدیریت زراعی در دو سطح عبارت بود از:

مدیریت برتر زراعی (Advanced managemet = AM)

مدیریت سنتی (Traditional managemet = TM)

مدیریت‌های برتر زراعی به کار رفته شامل: تناوب زراعی، مدیریت تهیه زمین، رقم، میزان بذر، ضدعفونی بذر، عمق کاشت، فاصله ردیف کاشت، ادوات کاشت، مدیریت مصرف کود (نوع، میزان، زمان و منبع کود)، کنترل علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها و برداشت و در قالب بسته پژوهشی پیشنهادی بوده است. در حالی که در مدیریت سنتی پخش کود و بذر با دست صورت گرفته و با گاوآهن یا شش خیش با خاک مخلوط شد. تناوب زراعی به نوعی بوده که زمین مورد مطالعه در تناوب با حبوبات یا آیش قرار داشت. آزمایشات در دو تکرار (دو مزرعه به عنوان تکرار) و تیمارها به صورت تصادفی جانمایی شدند. تاریخ کشت گندم مطابق با پیش بینی وقوع بارش و آمار هواشناسی سنوات گذشته در اواخر مهر و اوائل آبان در مزارعی به ابعاد ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر مربع انجام شد. گندم رقم اصلاح شده آذر۲ با رقم محلی سرداری پس از ضد عفونی در قالب مدیریت زراعی مورد مطالعه قرار گرفت. در زمان کاشت کودهای سولفات آمونیم و سوپر فسفات تریپل مصرف شده و کود سرک در فروردین ماه و مطابق با پیش بینی وقوع بارش و به صورت دست پاش مصرف شد. مبارزه با آفت سن گندم و کنترل علف‌های هرز نیز انجام شد.

برای تعیین عملکرد از ابعاد ۱ متر مربعی سه نمونه با دست برداشت گردید. آبیاری بهاره در مرحله ظهور سنبله تا گلدهی اتفاق افتاد و روش آبیاری به صورت نواری و در نوارهای مجزا صورت گرفت. آب مورد نیاز از منابع آب زیر زمینی، قنات، چشمه‌ها و سراب ها، پمپاژ از رودخانه یا کانالهای سنتی تامین شد.

خاک

برای شناسایی خاک زراعی در سایت هنام نمونه هایی از اعماق مختلف تهیه و در آزمایشگاه تحقیقات مهندسی آب، خاک و فاضلاب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مورد آنالیز واقع شد. بخشی از متوسط ویژگی‌های نمونه‌های خاک در اعماق ۲۰–۰ و ۱۰۰–۲۰ سانتی متر در جدول ۲ آمده است. در نمونه‌های سایت هنام، رطوبت حجمی خاک در نقاط ظرفیت زراعی (۳۳- کیلو پاسکال) و پژمردگی دائم (۱۵۰۰- کیلو پاسکال) به ترتیب ۳۰/۱ و ۱۳/۴ درصد به دست آمد.

نتایج و بحث

آزمون آماری

از آزمون آماری t-Test برای مقایسه عملکرد گندم و صفات اندازه گیری شده تحت تیمارهای تک آبیاری و مدیریت برتر زراعی استفاده شد. نتایج نشان داد که بین مدیریت‌های زراعی در تولید دانه تفاوت معنی داری وجود دارد و اثر آبیاری (تک آبیاری زمان کاشت و تک آبیاری بهاره) بر عملکرد گندم در سطح آماری ۱٪ اختلاف معنی دار ایجاد کرده است.

بهره وری بارش در شرایط حاضر

نتایج بررسی میزان بهره‌وری بارش برای سال‌های ۸۶–۱۳۸۳ در سایت هنام بر اساس داده‌های پرسشنامه‌ای از ۶۰ مزرعه منتخب (برای چهار محصول گندم، جو، نخود و عدس، هر کدام ۱۵ مورد) انجام شد که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

اعداد جدول بیانگر وجود محدوده شدید تغییرات عملکرد و شاخص بهره وری بارش است که متاثر از پراکنش و میزان بارش و سطوح مختلف مدیریت زراعی می‌باشد و اختلاف بین حدود بالا و پایین این شاخص‌ها ۲/۵ تا ۳/۵ برابر است.

1 - Growing degree days (GDD)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- خلاصه برخی ویژگی‌های نمونه‌های خاک در آزمایشات مزرعه ای سایت هنام

Soil depth (cm)	Sand (٪)	Clay (٪)	Silt (٪)	W.P (m^3/m^3)	F.C (m^3/m^3)	bulk density (gr/cm^3)	Available water (m^3/m^3)	Sat. hyd. cond. (m/day)	Porosity (m^3/m^3)
۰-۲۰	۲۲/۵	۱۸/۷	۵۸/۸	۰/۱۲	۰/۲۹	۱/۳۸	۰/۱۷	۰/۳۰	۰/۴۸
۲۰-۱۰۰	۲۲/۵	۲۴/۰	۵۳/۵	۰/۱۴	۰/۳۰	۱/۳۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۴۹

جدول ۳- متوسط عملکرد و بهره وری بارش محصولات دیم در سطح شهرستان سلسله در طول سالهای ۸۶-۱۳۸۳

محصول	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره وری بارش (کیلوگرم بر متر مکعب)
گندم	۸۰۰-۲۰۰۰	۰/۱۷-۰/۴۳
جو	۱۰۰۰-۲۹۰۰	۰/۲۲-۰/۶۳
نخود	۳۰۰-۷۵۰	۰/۰۷-۰/۲۲
عدس	۲۰۰-۷۰۰	۰/۰۴-۰/۱۵

در شرایطی که امکان بهره گیری بیشتر از بارش مهیا بوده و تا حدودی از توصیه‌های زراعی بهره گرفته شد، عملکردهای مطلوبتری ایجاد شده است. وجود همین تغییرات شدید نشان دهنده وجود ناپایداری زراعت دیم مرسوم است.

گزاره‌های بهبود

در سایت هنام و در سال اول، مقدار بارش برای جوانه زنی و سبز کامل پاییزه کافی نبود و کل بارش در این سال زراعی ۵۴۴ میلیمتر بوده به نحوی که اولین و آخرین بارش موثر در اواسط آبان و اوایل اردیبهشت اتفاق افتاد. سال دوم سال مطلوبی از لحاظ میزان و پراکنش بارش محسوب می‌شد. کل بارش در این سال ۵۷۳ میلیمتر و اولین و آخرین وقوع بارش موثر در اواخر مهر و اواخر اردیبهشت بوده است. سال سوم سالی خشک و با محدودیت شدید میزان و پراکنش بارش محسوب می‌شد، چرا که کل بارش فقط ۲۹۴ میلیمتر بوده و اولین بارش موثر با تاخیر فراوان در اوائل آذر و آخرین بارش موثر نیز در اوائل اسفند به وقوع پیوست. در این سال برخی از مزارع از بین رفته یا به چرای دام اختصاص یافتند.

در این سایت و تحت شرایط دیم، عملکرد گندم از ۱۷۲۶ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط مدیریت سنتی به ۲۲۸۹ کیلوگرم در هکتار تحت شرایط مدیریت برتر زراعی رسید که افزایشی حدود ۳۲/۶ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۴). افزایش ۵۶۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد گندم بیانگر اثر مدیریت برتر زراعی بر بهبود بهره وری بارش است. اثر عملیات زراعی برتر بر بهبود بهره وری بارش توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Pala and Studer, 1999; Momeni et al., 2008). بر اساس اندازه گیری‌های وسیع در محدوده گسترده ای از شرایط خاک و اقلیم، نشان داده شد که اصلاح عملیات شخم و اصلاح مدیریت مصرف کود می‌تواند کارآیی مصرف آب را به ترتیب ۴۰-۲۵ درصد و ۲۵-۱۵ درصد افزایش دهند (Hatfield et al., 2001). با کاربرد گزاره تک آبیاری زمان کاشت/ بهاره و تحت مدیریت برتر زراعی، عملکرد گندم به بیش از ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار (۳۴۳۹ کیلوگرم برای تیمار تک آبیاری زمان کاشت و ۳۴۱۳ کیلوگرم در هکتار برای تک آبیاری بهاره) افزایش یافت که نسبت به دیم تحت مدیریت برتر (۲۲۸۹ کیلوگرم در هکتار)، مدیریت سنتی تحت تک آبیاری زمان کاشت (۲۱۲۶ کیلوگرم در هکتار) و دیم تحت مدیریت سنتی (۱۷۲۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۴۸، ۶۰ و ۹۸ درصد افزایش نشان می‌دهد. شاخص برداشت یا سهم نسبی تولید دانه در تیمارهای مدیریت برتر زراعی نسبت به شرایط مدیریت سنتی افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می‌دهد (جدول ۴).

شاخص‌های بهره وری بارش (Rain water productivity = RWP)، بهره وری آب آبیاری (Irrigation water productivity = RWP) و بهره وری کل آب مصرفی (مجموع بارش و آبیاری) (Total water productivity = RWP) که در جدول ۴ به کار رفته از فرمول‌های زیر به دست آمده است:

$$RWP=\frac{Yield}{rain} \quad (۴)$$

$$IWP=\frac{\Delta Yield}{Irr.wateruse} \quad (۵)$$

$$TWP=\frac{Yield}{rain+Irr.wateruse} \quad (۶)$$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج به دست آمده از اعمال گزاره‌های بهبود در سایت هنام، در طول سالهای ۸۷-۱۳۸۴

مدیریت برتر زراعی (Advanced management =AM)						
گندم رقم آذر ۲	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)			شاخص برداشت	بهره وری آب آبیاری	بهره وری بارش یا بهره وری کل
	دانه	کاه و کلش	بیوماس	%	کیلوگرم بر متر مکعب	کیلوگرم بر متر مکعب
دیم	۲۲۸۹	۴۷۵۴	۷۰۲۳	۳۲	-	۰/۴۵
تک آبیاری زمان کاشت	۳۴۳۹	۶۰۴۰	۹۳۷۶	۳۶	۲/۱۵	۰/۵۷
تک آبیاری بهاره	۳۴۱۳	۵۸۲۱	۹۱۸۰	۳۷	۳/۲۶	۰/۶۳
تک آبیاری زمان کاشت + بهاره	۴۲۰۳	۵۵۹۹	۹۸۰۲	۴۳	۲/۰۹	۰/۷۲
مدیریت سنتی (Traditional management =TM)						
گندم رقم محلی سرداری	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)			شاخص برداشت	بهره وری آب آبیاری	بهره وری بارش یا بهره وری کل
	دانه	کاه و کلش	بیوماس	%	کیلوگرم بر متر مکعب	کیلوگرم بر متر مکعب
دیم	۱۷۲۶	۵۲۵۱	۶۹۷۷	۲۵	-	۰/۳۵
تک آبیاری زمان کاشت	۲۱۲۶	۵۶۲۰	۷۷۴۵	۲۸	۰/۵۳	۰/۳۸
تک آبیاری بهاره	۲۱۳۲	۵۵۶۹	۷۷۰۷	۲۸	۰/۸۲	۰/۴۱
تک آبیاری زمان کاشت + بهاره	۲۰۷۳	۳۹۶۰	۶۰۳۳	۳۵	۰/۸۲	۰/۴۴

نتایج نشان می‌هد که اثر بخشی تک آبیاری در سال‌های مختلف، متاثر از میزان و پراکنش بارش است (شکل ۲) و عموماً در مناطق نیمه سرد و سرد، تک آبیاری پاییزه که منجر به سبز کامل پاییزه شود دارای اثر بخشی بیشتری نسبت به تک آبیاری بهاره است لذا با توجه به بروز خشکی در سال سوم و انجام یک تا دو نوبت آبیاری یکنواخت برای تمامی تیمارها، نمی توان با توجه به میانگین سه سال، برابری و اثربخشی یکسان تک آبیاری پاییزه و بهاره را نتیجه گیری کرد. یکی از دلایل افزایش عملکرد تحت مدیریت ترجیحی (مدیریت برتر زراعی و تک آبیاری زمان کاشت) را می‌توان توسعه عمقی بیشتر ریشه در این تیمار نسبت به شرایط دیم دانست به نحوی که از شکل ۲ برمی آید این افزایش برابر ۷۲/۷ درصد است که سبب جذب آب از اعماق خاک در بهار و تابستان می‌گردد. فرایند توسعه عمقی ریشه علاوه بر کنترل تنش خشکی، باعث توسعه و رشد سریع محصول و در نتیجه پوشش سبز کامل مزرعه و نهایتاً سبب کنترل تلفات تبخیر سطحی می‌شود. توسعه عمقی ریشه در تیمار دیم و مدیریت برتر زراعی نسبت به شرایط دیم مرسوم برابر ۲۷/۳ درصد است. هر چند مدیریت ترجیحی آبیاری بهاره دارای توسعه عمقی ریشه مشابه شرایط دیم مدیریت برتر است اما کنترل تنش آخر فصل از طریق آبیاری محدود در مرحله زایشی مهم ترین دلیل افزایش عملکرد است که ناشی از پر شدن دانه ها، افزایش وزن هزار دانه و شکل گیری تعداد دانه بیشتر در هر سنبله می‌باشد (Tavakoli, 2005). برنامه تلفیقی مدیریت زراعی و آبیاری محدود که در قالب توابع بهره وری کل آب مصرفی – بارش و در قالب چهار گزاره دیم سنتی، دیم مدیریت برتر زراعی، تلفیق مدیریت برتر زراعی با تک آبیاری زمان کاشت و تلفیق مدیریت برتر زراعی با تک آبیاری بهاره بیان شده، در شکل ۴ نشان داده شده و توابع حاکم بر آن و نیز تابع تولید اثربخشی تک آبیاری و مدیریت زراعی نسبت به شرایط سنتی به صورت زیر است:

$$TWP_{SI-Planting} = 0.0012 \times (\Pr ec. + 75) - 0.058 \qquad R^2 = 0.90 \qquad (۷)$$

$$TWP_{SI-Spring} = 0.0006 \times (\Pr ec. + 50) + 0.049 \qquad R^2 = 0.74 \qquad (۸)$$

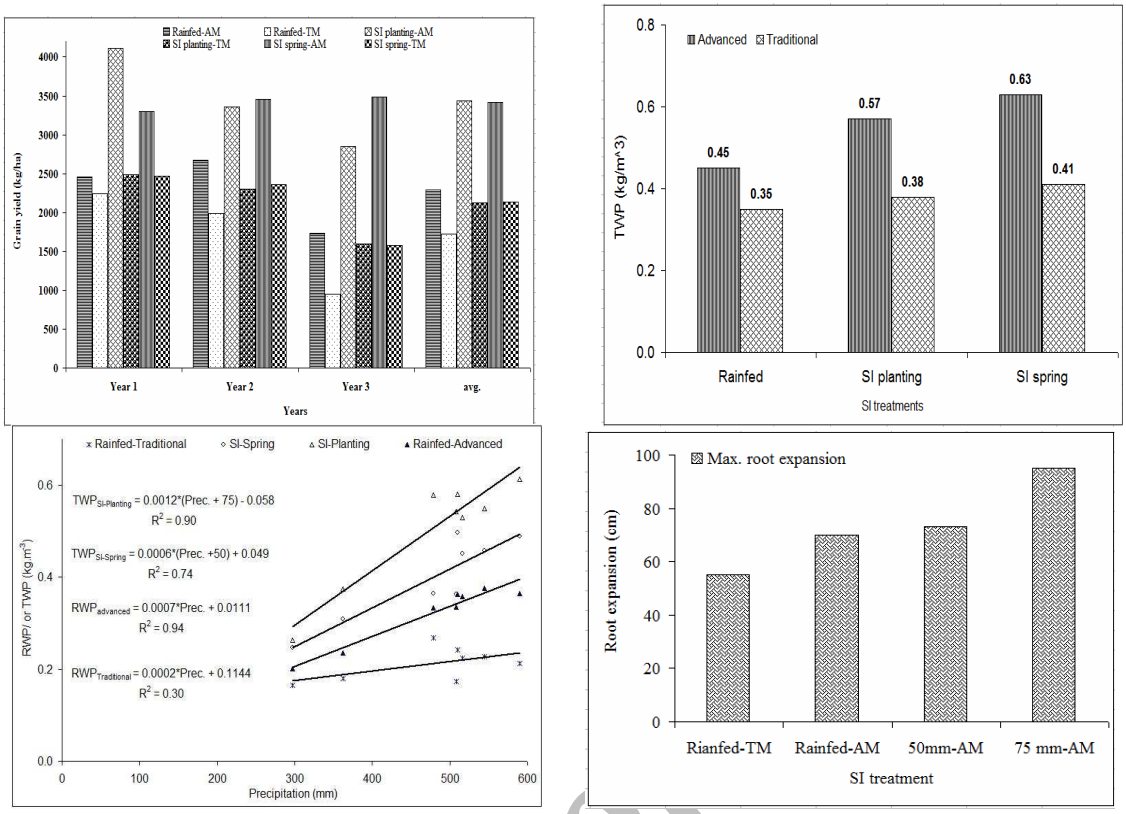
$$RWP_{Advanced} = 0.0007 \times \Pr ec. + 0.0111 \qquad R^2 = 0.94 \qquad (۹)$$

$$RWP_{Traditional} = 0.0002 \times \Pr ec. + 0.1144 \qquad R^2 = 0.30 \qquad (۱۰)$$

$$Yield_{Advanced} = Yield_{Traditional} + \begin{Bmatrix} 17-55\% & AM \\ 37-105\% & SI\ planting + AM \\ 32-138\% & SI\ spring + AM \end{Bmatrix}_{Wheat} \qquad (۱۱)$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- اختلاف عملکرد، شاخص بهره وری آب، توابع بهره وری آب - بارش و حداکثر عمق توسعه ریشه در تیمارهای مختلف

تحت شرایط دیم، بهره وری بارش در تولید گندم از ۰/۳۵ کیلوگرم بر متر مکعب تحت شرایط مدیریت سنتی به ۰/۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب تحت شرایط مدیریت برتر زراعی رسید که افزایش ۲۸/۶ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۴ و شکل ۲). با کاربرد گزاره تک آبیاری زمان کاشت و تحت مدیریت برتر زراعی، بهره وری کل آب مصرفی در تولید گندم به ۰/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش یافت که نسبت به دیم مدیریت برتر، تک آبیاری زمان کاشت سنتی (۰/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و دیم سنتی به ترتیب ۲۷، ۵۰ و ۶۳ درصد افزایش نشان می‌دهد. با کاربرد گزاره تک آبیاری بهاره و تحت مدیریت برتر زراعی، بهره وری کل آب مصرفی در تولید گندم به ۰/۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش یافت که نسبت به دیم مدیریت برتر، تک آبیاری بهاره سنتی (۰/۴۱ کیلوگرم بر متر مکعب) و دیم سنتی به ترتیب ۴۰، ۵۴ و ۸۰ درصد افزایش نشان می‌دهد. اعمال دو نوبت آبیاری (زمان کاشت و آبیاری بهاره) هر چند افزایش عملکرد را نسبت به شرایط دیم و دیگر تیمارهای آبیاری به همراه خواهد داشت اما بهره وری آب آبیاری نسبت به تیمارهای تک آبیاری کاهش نشان می‌دهد (جدول ۴ و شکل ۲)، لذا تک آبیاری در شرایط دیم، کفایت دارد و لزومی به تجدید آبیاری نیست. عدم ضرورت به تجدید آبیاری تکمیلی در شرایط دیم در منطقه مراغه نیز گزارش شده است (Tavakoli and Oweis, 2004). تعیین مناطق مستعد برای انجام تک آبیاری و تامین آب از جمله مواردی است که بایستی در کاربردی نمودن برنامه تک آبیاری مدنظر قرار داد. مطابق با پژوهش صورت گرفته توسط حصاری و همکاران (۲۰۰۸) در حوضه کرخه، مشخص شد که ۱۹۴۵ کیلومتر مربع (۱۹۴/۵ هزار هکتار) قابلیت انجام تک آبیاری زمان کاشت یا بهاره را دارند (Hesari et al., 2008) که برابر ۲۱/۸ درصد کل اراضی دیم بالادست حوضه کرخه می‌شود.

علت اثربخشی تک آبیاری زمان کاشت در مناطق تقریباً سردی مانند سایت هنام را می‌توان امکان استقرار گیاه و سبز کامل در پاییز و قبل از شروع دوره سرما، بهره‌گیری از بارش‌های پراکنده پاییزی و رسیدن به مرحله پنجه‌زنی دانست که کاهش خسارت سرما و زودرسی محصول و عدم مواجه با خشکی آخر فصل را به همراه دارد و سبب افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق میزان درصد سبز و تعداد سنبله در واحد سطح می‌شود. سبز کامل پاییزه روی تأمین نیاز سرمایی گیاه و ورنالیزاسیون تاثیر دارد. ورنالیزاسیون کامل خود در تکامل گیاه و افزایش تعداد سنبله‌های بارور و در نتیجه ضمن زودرسی افزایش عملکرد محصول را به دنبال دارد. با توجه به اینکه دوره زمانی رشد گیاه جلو می‌افتد، می‌توان انتظار داشت که مرحله زایشی محصول در زمانی صورت گیرد که هنوز تنش آخر فصل شروع نشده و در نتیجه تعداد سنبله‌های بارور افزایش خواهد یافت. میزان پوشش سبز گیاه با اعمال تک‌آبیاری سبب کنترل تبخیر سطحی،

Archive of SID

www.SID.ir

کنترل رواناب و ذخیره شدن بارش در پروفیل خاک می‌شود که با توجه به شرایط طبیعی و تناوب زراعی حاکم بر زراعت دیم اهمیت فراوانی دارد. درصد سبز بذر در تعداد سنبله در واحد سطح نمایان شده است و با توجه به همبستگی معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد سنبله در واحد سطح، تولید عملکرد بیشتر از تیمارهای تک‌آبیاری شده، قابل انتظاراست. تک‌آبیاری سبب افزایش توسعه ریشه شده و توسعه ریشه محصول ضمن اینکه باعث بهبود مواد آلی خاک در لایه‌های زیرین می‌شود، جریان ورود آب به خاک را تسهیل و بهره‌گیری از مواد مغذی را میسر می‌کند. زودرس شدن محصول به میزان ۱۲-۸ روز فاکتور مهمی در فرار از خشکی و کاهش اثر تنش آخر فصل در مرحله پرشدن دانه به شمار می‌رود (Tavakoli, 2005). در شرایط دیم اگر بارش‌های مؤثر زمان کاشت اندک و یا نامتناسب باشد زارعین محدودیت بیشتری در کاشت دارند (Photiades and Hadjichristodoulou, 1984) اما یک آبیاری حداقل بعد از کاشت (قبل از بارش‌های موثر) که منجر به سبز کامل محصول شود، می‌تواند عملکرد دانه و بهره‌وری آب مصرفی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد (Caliandro and Boari, 1992; Oweis et al., 1998 & 2001). تحت سطوح تک‌آبیاری، تأخیر در کاشت سبب افت عملکرد و کم‌اثر شدن آبیاری می‌شود. گیاهان زراعی زمستانه از جمله گندم، اگر فرصت کافی برای رسیدن به مرحله‌ای که نسبت به سرما متحمل شوند را پیدا نکنند، دچار افت عملکرد می‌شوند. در شرایط سرد استان کردستان نیز افزایش ۱۵۴ درصدی عملکرد گندم دیم با اعمال یک نوبت آبیاری در زمان کاشت نسبت به شرایط دیم گزارش شد (Taoshih, 2002)

علت اثربخشی تک آبیاری بهاره را نیز می‌توان چنین بیان کرد که بعد از بارش‌های زمستانه و اوایل بهار، محصولات دیم از اواخر زمستان شرایط برای رشد و نمو را پیدا خواهند نمود و در بهار که رشد محصول سریع می‌شود و شدت تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد، رطوبت ذخیره شده در خاک نیز متناسب با رشد محصول و میزان تبخیر و تعرق تخلیه می‌گردد و به خاطر عدم کفایت بارش، تنش رطوبتی ممکن است شدت یابد. عدم تناسب زمان وقوع و میزان بارش در بهار با وضعیت رشد محصول و تبخیر و تعرق آن مهم ترین عامل محدود کننده در این مناطق محسوب می‌شود، لذا یک نوبت آبیاری در مرحله حساس ظهور سنبله تا گلدهی، می‌تواند با یک ذخیره رطوبتی مناسب، ضمن حمایت از محصول در استمرار رشد، از افت شدید عملکرد در مرحله زایشی محصول جلوگیری کند. افزایش عملکرد قابل ملاحظه از اثر یک نوبت آبیاری بهاره گندم دیم توسط محققین دیگر گزارش گردید (Sayadyan and Sadjadi,1997; Najib Mamendo, 1993; Sayadyan and Tallie, 2000).

با توجه به آنچه که برای شرایط سایت پژوهشی بیان شد می‌توان گفت که کاربرد مدیریت صحیح خاک و گیاه، بهره‌وری از آب آبیاری را به طور مؤثری افزایش می‌دهد. بهبود بهره‌وری از آب زمانی می‌تواند حاصل شود که گیاه استقرار پیدا کرده باشد، کود مناسب و مورد نیاز مصرف شده باشد، علف‌های هرز کنترل شوند و از تناوب زراعی صحیح استفاده شده باشد (Pala and Studer, 1999). کاشت به هنگام گندم در کنترل علف‌های هرز نیز مؤثر است (Oweis et al., 1998). مقدار زیادی از آب مورد نیاز محصول از رطوبت ذخیره شده بارش‌های قبلی تأمین می‌گردد و مهم‌ترین عامل موثر در تولید محصول میزان آب خاک است (Malhotra, et al., 1997). نتایج یک پژوهش در حوضه کرخه نشان داد که مقدار بهره وری آب و تولید پتانسیل محصول گندم در شرایط خشکسالی به علت بالاتر بودن مقدار تابش خورشیدی طی دوره رشد، نسبت به شرایط ترسالی و نرمال بیشتر است (Momeni et al., 2008).

مزیت‌های نسبی تک‌آبیاری بسته به زمان کاربرد آن شامل ایجاد سبز کامل پاییزه، جلو افتادن مرحله رشد، کنترل تبخیر از سطح خاک به خاطر وجود پوشش سبزینه‌ای مناسب، بهره‌گیری از بارش‌های پراکنده، کنترل تنش انتهای فصل، زودرسی محصول و نهایتاً افزایش تولید است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در سایت هنام بهترین برنامه شامل ترکیب مدیریت برتر زراعی با گزاره‌های آبیاری محدود (تک آبیاری زمان کاشت یا تک آبیاری بهاره در مرحله ظهور سنبله تا گلدهی) است. در شرایط دیم و بدون اعمال آبیاری محدود، مدیریت برتر زراعی بر مدیریت سنتی ارجحیت دارد. تحت شرایط مدیریت‌های ترجیحی حداکثر بهره وری آب و سود خالص حاصل می‌شود. بهره وری بارش تحت شرایط مدیریت سنتی با اعمال مدیریت برتر زراعی به میزان ۲۸/۶ درصد افزایش نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال تک آبیاری در پاییز (زمان کاشت) یا بهار (ظهور سنبله تا گلدهی) شاخص‌های بهره وری کل آب مصرفی و بهره وری آب آبیاری را ارتقا بخشیده است.

پیشنهادات

امکان انجام یک بار آبیاری در بسیاری از مناطق دیم کشور وجود دارد، لذا تعیین زمان و مقدار مناسب آن، از مواردی است که می‌تواند در رسیدن به اهداف آبیاری محدود موثر باشد. لذا استمرار پژوهش در این بخش و ارایه گزاره‌های بهبود با توجه به شرایط محلی و منطقه‌ای می‌تواند در بهبود بهره وری بارش و کاهش فشار بر منابع آب زراعت فاریاب موثر باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پروژه بین المللی " Improving On-farm Agricultural Water Productivity in the Karkheh River Basin" با شماره CPWF-No8 به عنوان بخشی از برنامه آب و غذا (Challenge Program on Water and Food) که به اختصار پروژه CP نامیده می‌شود با مشارکت سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی (AEERO)، گروه مشورتی در تحقیقات بین المللی کشاورزی (Consultative Group on International Agricultural Research,CGIAR)، مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA)، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (DARI) و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (AERI) به اجرا درآمده که بدین وسیله از حمایت‌های به عمل آمده تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

Batten, G.H., and Khan, M.A., 1987. Effect of time of sowing on grain yield, nutrient uptake of wheat with contrasting phenology.Aust.J.Agric.27: 881-887.

Caliandro, A., and Boari, F., 1992. Supplementary irrigation in arid and semi-arid regions. In: International conference on supplementary irrigation and drought water management. Volume 1. Sep.27-Oct2.1992. Bari. Italy.

Department of Planning and Statistics, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Syrian Arab Republic. 2001. The Annual Agricultural Statistics Abstract for the Year 2000.

FAO. 2010. AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water, ver 3.1.

Farahani, H., and Oweis, T. 2008. Chapter I-Agricultural Water Productivity in Karkheh River Basin. In: Oweis, T., Farahani, H., Qadir, M., Anthofer, J., Siadat, H., Abbasi F., and Bruggeman A., (Eds). Improving On-farm Agricultural Water Productivity in the Karkheh River Basin. Research Report no. 1: A Compendium of Review Papers. ICARDA, Aleppo, Syria. IV +103 pp.

French, R.J., Schultz, T.E., 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment: I. The relation between yield, water use and climate. Aust. J. Agric. Res.35:743-764.

Hatfield, J.L., Sauer, T.J., and Prueger, J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency. Agron J, 93:271–280.

Hessari, B., F. Abassi, M. Akbari, A. Bruggeman, T. Oweis, and E. De Pauw. 2008. Assessment of potential supplemental irrigation impacts on downstream flows in the Karkheh River Basin of Iran. p.233-241. In: L. Humphreys and R.S. Bayot (ed.), Proceedings of the workshop on increasing the productivity and sustainability of rainfed cropping systems of poor, smallholder farmers, Tamala, Ghana. 22-25 Sep 2008. CGIAR Challenge Program on Water and Food, IWMI,Colombo.

Keshavarz, A. 2005. Water Productivity at Karkheh Basin, In: Comprehensive Assessment Water Productivity Workshop. April, 2005, Aleppo, Syria.

Malhotra, R.S., Singh, K.B., and Saxena, M.C., 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. J. Agron. Crop Sci., 178:237-243.

Marjanizadeh, S. 2008. Developing a “best case scenario” for Karkheh River Basin management (2025 horizon); a case study from Karkheh River Basin, Iran. Ph.D. thesis, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

Mayer, A.M., and Poljakoff-Mayber, A., 1975. The germination of seeds, 2nd, ed. Pergmon press, Elmsford, N.Y., the MacMillan Company, New York.

Momeni, R., Behbahani, M.R., Nazarifar, M.H., Azadegan, B. 2008. Zoning of water productivity of wheat by CropSyst crop model in different water periods (case study: Karkheh watershed). Iranian J. of Irrigation and Drainage, 2(1): 63-76

Muthuwatta, L.P., Ahmad, M.D., Bos, M.G., and Rientjes, T.H.M. 2009. Assessment of Water Availability and Consumption in the Karkheh River Basin, Iran—Using Remote Sensing and Geo-statistics. Water Resour Manage.

Najib Mamendo, A. 1993. Determining nutrition requirement of wheat at different condition (rainfed and supplemental irrigation). Final Research Report, Kermanshah Agricultural Research Center, (in Persian).

O’Leary, G.J., Connor, D.J., and White, D.H., 1985. Effect of sowing time on growth; yield and water use of rainfed wheat in the Winmera, Vic. Aust. J. Agric. Res.36:187-196.

Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., 305nack, D., and Carrillo, M., 2004. Generalization of irrigation scheduling parameters using the growing degree days concept: application to a potato crop. Irrigation and Drainage, 53: 251-261

Oweis, T., 1997. Supplemental irrigation: a highly efficient water use practice. ICARDA, Aleppo, Syria, 16p.

Oweis, T., and Hachum, A. 2009. Optimizing supplemental irrigation: Tradeoffs between profitability and sustainability. Agric. Water Manage. 96 (3): 511-516.

Oweis, T., and Hachum, A., 2004. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. 4th international crop science congress 26th. September to 1st October 2004, Queensland, Australia.

Oweis, T., Pala, M., and Ryan, J., 1998. Stabilizing

Archive of SID

www.SID.ir

supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management. 65:225-236.

Tavakoli, A.R., 2001. Optimal management of single irrigation on dryland wheat farming. Iranian J. Agri. Eng. Research, 2(7): 41-50. (in Persian).

Tavakoli, A.R., 2005. Determining optimal single irrigation amount and planting date of five wheat varieties at rainfed condition. Final research Report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran. (in Persian)

Tavakoli, A.R., Belson, W., and Ferri, F., 2000. Impacts of supplemental irrigation on advanced lines of wheat. Final Research Report, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Maragheh, Iran. (in Persian)

Tavakoli, A.R., Liaghat, A., Ashrafi Sh., and Abbasi, F., 2008. Chapter II- Supplemental Irrigation in Iran. In: Oweis, T., Farahani, H., Qadir, M., Anthofer, J., Siadat, H., Abbasi F., and Bruggeman A., (Eds). Improving On-farm Agricultural Water Productivity in the Karkheh River Basin. Research Report no. 1: A Compendium of Review Papers. ICARDA, Aleppo, Syria. IV +103 pp.

Tavakoli, A.R., Oweis, T., Ferri, F., Haghighati, A., Belson, V., Pala, M., Siadat, H., and Ketata, H., 2005. Supplemental Irrigation in Iran: Increasing and Stabilizing Wheat Yield in Rainfed Highlands. On-Farm Water Husbandry Research Report Series No.5. 46 pp, ICARDA, Aleppo, Syria.

Zhang, H. and Oweis T., 1999. Water -yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. Agricultural Water Management, 38: 195-211.

Zhang, H., Oweis, T., Garabet, T.S., and Pala, M., 1998. Water use efficiency and transpiration efficiency of wheat under rainfed conditions and supplemental irrigation in a Mediterranean type environment. Plant and Soil, 201:295-305.

Zhang, H., Wang, X., You, M. and Liu, C., 1999. Water-yield relations and water use efficiency of winter wheat in North China Plain. Irrigation Science 19: 37-45.

rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean climate. Agron. J. 90: 672-681.

Oweis, T., Salkini, A., Zhang, H., Ilbeyi, A., Hustun, H., Dernek Z., and Erdem, G., 2001. Supplemental irrigation potential. For wheat in the central Anatolian plateau of Turkey, ICARDA.

Oweis, T., Zhang, H., and Pala, M., 2000. Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment .Agronomy J.92:231-238.

Pala, M., and Studer, C., 1999. Cropping systems management for improved water use efficiency in dryland agriculture. Paper presented at the International Conference on Water Resource Conversation and Management in Dry Areas, 3-6 Dec. 1999, Amman, Jordan.

Photiades, L., and Hadjichristodoulou, A., 1984. Sowing date, sowing depth, seed rate and row spacing on wheat and barley under dryland conditions. Field Crops Res.9: 151-162.

Sayadyan, K., and Sadjadi, A. 1997. Determining nutrition requirement of wheat at different condition (rainfed and supplemental irrigation). Final Research Report, Kermanshah Agricultural Research Center, (in Persian).

Sayadyan, K., and Tallie, A. A. 2000. The effect of supplemental irrigation on rainfed wheat. Iranian J. Soil & Water Sci., 14(1): 57–68, (in Persian).

Schneider, A.D., and Howell, T.A., 1996. Methods, amounts and timing of sprinkler irrigation for winter wheat. Transaction of ASAE 40: 137-142.

Somme, G., and Al-Qaise, 2000. Supplemental irrigation in the Syrian Arab Republic. In: Drought and Sustainable Agricultural Development Forum, University of Aleppo, May, 23–25, 2000. The Higher Council of Science, Damascus, Syria, pp. 401–436.

Taoshih, V. 2002. Effects of supplemental irrigation on yield of rainfed wheat in Kordestan province. Iranian J. Soil and Water Science, 16(2): 232–240, (in Persian).

Tavakkoli, A.R., and Oweis, T., 2004. The role of

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۳

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p.

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۳۰۷-۲۹۷

On-farm Rain Water Productivity Improvement in Producing Rainfed Wheat by Advanced Scenarios at Semi-Cold Region of Upper Karkheh River Basin (KRB)

A. R. Tavakoli[1*], A. Liaghat[2], A. Alizadeh[3], Sh. Ashrafi[4], T., Oweis[5] and M. Parsi nejad[6]

Abstract

In order to investigate the effects of limited irrigation (LI) scenarios on bread rainfed wheat (*Triticum aestivum L.)* on-farm experiments were conducted during the 2005-08 cropping seasons at multiple farms across benchmark watershed of Honam (Lorestan Province) in the upper KRB. The treatments included two main management (Traditional and advanced management) and four levels of limited irrigation (Rainfed, single irrigation of 50 mm at spring time, single irrigation of 75 mm at planting time and 125 mm irrigations at planting and spring times). The results of this study showed that under rainfed conditions, wheat grain yield of (2269 kg ha^{-1}) increased by 33% as compared to TM (1726 kg ha^{-1}). The optimal program was a combination of advanced agronomic management with LI options (single irrigation at planting time / or spring time). At this preferred program, maximum water productivity and net benefit were obtained. At rainfed conditions RWP of traditional management (0.35 kg m^{-3}) increased by 28.6% as compared to advanced management (0.45 kg m^{-3}). The results showed that a single irrigation application at sowing or spring time (during heading to flowering stage) increased total water productivity (TWP) of wheat to an average range of 0.57 to 0.63 kg m^{-3} over the three growing seasons. The average irrigation water productivity (IWP) of wheat reached a range of 2.15-3.26 kg m^{-3} by using single irrigation at sowing or spring time. Supplemental irrigation at critical stages (planting time / or spring time), deep root expansion, incrassating green canopy cover and its influence on evaporation control, were main reasons on effectiveness of limited irrigation. Low RWP (and yield) in farmers' practices were mainly due to suboptimal agronomic management practices. These preliminary results confirm the potential of single irrigation and early/normal planting as an effective scheme to enhance productivity.

Keywords: Water productivity, Rainfed, Single irrigation, Agronomic management, Yield, Karkheh River Basin

Archive of SID

1- PhD Student in Irrigation and Drainage Engineering, Irrigation and Reclamation Engineering Department, University of Tehran, Karaj, Iran, Faculty member of Dryland Agricultural Research Institute (DARI),
(*- Corresponding Author E-mail: art.tavakoli@gmail.com)
2,6- University of Tehran, Irrigation and Reclamation Engineering Department, Karaj, Iran
3- Professor Ferdowsi University of Mashhad, Irrigation Engineering Department, Mashhad, Iran
4- Agricultural Engineering Research Institute, (AERI), Karaj, Iran
5- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria

www.SID.ir