

مقاله علمی-پژوهشی

## بررسی عملکرد، اجزاء عملکرد و بهره‌وری آب گندم در سه سامانه آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری

سیروس صفرزاده<sup>۱</sup>، مریم صارمی<sup>۲\*</sup>، امیر فرشید<sup>۳</sup>، منیر دهقانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۲۳

### چکیده

آب مهم‌ترین عامل محدودکننده کشاورزی است و استفاده بهینه از آن از اهمیت خاصی برخوردار است. هدف از این مطالعه، بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (رقم پیش‌تاز) و ارزیابی بهره‌وری آب بود. تیمارها شامل سه روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. نتایج پژوهش نشان داد که روش آبیاری، اثر معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بر تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بهره‌وری آب داشت. مقدار عملکرد دانه در روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب  $7/870$ ،  $6/83$  و  $5/017$  تن در هکتار بود، به عبارت دیگر آبیاری سطحی باعث افزایش  $13/21$  و  $36/25$  درصدی عملکرد دانه نسبت به روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری شد. همچنین بیشترین حجم آب کاربردی ( $6411 \text{ m}^3$ ) و کمترین بهره‌وری آب ( $1/227 \text{ kg/m}^3$ ) مربوط به تیمار آبیاری سطحی بود. تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با حدود  $3333$  مترمکعب آب آبیاری، باعث  $59$  درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به آبیاری سطحی شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری کرتی، آبیاری موضعی، حجم آب مصرفی، روش آبیاری، گندم

### مقدمه

گندم به عنوان غذای اصلی اغلب جوامع از جمله ایران، یک کالای راهبردی بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین به دلیل سازگاری گسترده با شرایط مختلف آب و هوایی، سهولت کشت،

۱- کارشناس ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه علوم آب شوشتر، کارشناس و ناظر پروژه‌های معاونت آب و خاک، سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۳- کارشناس مهندسی کشاورزی (علوم و مهندسی آب)، دانشگاه اهواز، کارشناس و ناظر پروژه‌های معاونت آب و خاک، سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم‌آباد، ایران

۴- کارشناس مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی آمل، کارشناس سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم‌آباد، ایران  
(\* نویسنده مسئول: Email: m.saremi2008@gmail.com)

DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.1.8.8

امکان نگهداری طولانی مدت، ارزش غذایی بالا و قابلیت مصرف در اشکال مختلف، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۷). براساس آخرین آمارنامه کشاورزی (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) کل سطح زیر کشت محصول گندم در ایران  $5400310$  هکتار و میزان تولید  $13300001$  تن می‌باشد. در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ رتبه دوم میزان تولید آبی از بین محصولات زراعی مربوط به گندم با تولید حدود  $8/4$  میلیون تن و سهم  $11/3$  درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی بود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸). حدود  $90$  درصد آب تجدیدپذیر کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و در مقابل کمبود آب عامل اصلی محدود کننده تولید است. از طرفی رشد جمعیت و افزایش نیاز غذایی، نیازمند افزایش تولید از همان منابع محدود آب است. بر همین اساس در آینده نزدیک توجه جدی به افزایش کارایی مصرف آب (WUE)<sup>۵</sup> و راهکارهای مربوطه جزء چالش‌های مهم خواهد شد (Smith et al, 2002). واضح است که

محصول مربوط به تیمار آبیاری فارو بود (شیرین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج تحقیق دهقانیان و افضل‌نیا (۱۳۹۷) در ارزیابی تأثیر سه روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری بر عملکرد و بهره‌وری آب محصول ذرت در تناوب با گندم در شهرستان مرودشت نشان داد که روش‌های آبیاری تحت فشار بیشترین عملکرد را دارند. در آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری بارانی و سطحی به ترتیب ۳۴ و ۵۷ درصد در حجم آب آبیاری صرفه‌جویی شد. همچنین بیشترین بهره‌وری آب آبیاری (میانگین ۱/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به آبیاری قطره‌ای نواری و کمترین آن (میانگین ۰/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به روش سطحی بود. مقایسه اثر کاربرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای بر عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری گندم در اکباتان نشان داد که میانگین عملکرد دانه در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و نشتی به ترتیب ۷۴۴۳ و ۵۹۹۶ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب ۱/۸۹ و ۱ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد و بدین ترتیب آبیاری قطره‌ای با کاهش ۳۳ درصدی در آب مصرفی باعث افزایش ۷۳ درصدی در بهره‌وری آب شد (قدیمی فیروزآبادی و باغانی، ۱۳۹۸). در شهرستان خواف بررسی عملکرد گندم و بهره‌وری آب در سیستم آبیاری قطره‌ای در مقابل آبیاری سنتی نشان داد که میانگین عملکرد در روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب ۳۵۶۶ و ۴۵۵۷ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب ۱/۰۵ و ۱/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد. آبیاری قطره‌ای علاوه بر کاهش مصرف آب به میزان ۱۶ درصد، باعث افزایش عملکرد به میزان ۲۸ درصد شد که این دو مورد باعث گردید بهره‌وری آب ۵۰ درصد افزایش یابد (طاووسی و تواناپور، ۱۳۹۹).

ارزیابی سیستم آبیاری بارانی در پنجاب پاکستان نشان داد که میزان بهره‌وری آب گندم ۵/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری شد و همچنین آبیاری بارانی باعث ۳۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به روش سنتی شد (Kahlowan et al., 2007). عبدالرحمان در پژوهشی در منطقه المغاره مصر میزان عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری سه رقم گندم (giza7, sakha8 و giza69) را به ترتیب ۲۱۴۵، ۲۱۲۰ و ۲۰۸۵ کیلوگرم در هکتار و ۱/۲۰، ۱/۱۷ و ۱/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد کرد (Abd El-Rahman., 2009). مقایسه سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای در پاکستان نشان داد که عملکرد گندم در آبیاری قطره‌ای ۱۱/۵۶ درصد بیشتر از آبیاری جویچه‌ای بود، ضمن اینکه آبیاری قطره‌ای ۱۶/۵۶ درصد مصرف آب کمتر و ۳۳/۳۶ درصد بهره‌وری آب آبیاری بالاتری نسبت به آبیاری جویچه‌ای داشت (Saleem et al., 2010). بر اساس نتایج تحقیق وانگ و همکاران در شمال چین، روش آبیاری بر عملکرد دانه و بهره‌وری آب گندم تأثیر معنی‌داری داشت و این مقادیر در آبیاری قطره‌ای نواری بیشتر از آبیاری کرتی بود. بیشترین بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری با رطوبت خاک ۵۰ تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد

استفاده بهینه از این مایع حیاتی و افزایش بهره‌وری آن در تمامی بخش‌ها از جمله استحصال و مصرف، مستلزم مدیریت صحیح منابع آبی، دانش کافی و آشنایی با روش‌های نوین آبیاری است (کبیری سامانی و باقری، ۱۳۹۳).

در توسعه روش‌های نوین آبیاری طی یک قرن گذشته دو عامل نقش اساسی داشته‌اند. یکی از این عوامل و شاید مهمترین آن‌ها کمبود منابع آب شیرین برای تولید محصولات زراعی و باغی بوده است. عامل دیگر پیشرفت تکنولوژی و فناوری‌های صنعتی است که موجب گردید بسیاری از ایده‌ها و نظریات در زمینه روش‌های آبیاری از قوه به فعل درآمده و از روش‌هایی بهره گرفته شود که راندمان بالاتر داشته و در جهت افزایش بهره‌وری آب باشند. با توجه به این دو موضوع اکثر نوآوری‌ها در ابداع روش‌های جدید آبیاری بر این مفهوم استوار بوده‌اند که آب به اندازه و فقط به گیاه داده شود و از آبیاری بخش‌هایی از زمین که خارج از محدوده رشد گیاه است جلوگیری شود. در سیستم‌های سنتی آبیاری مانند روش‌های سطحی معمولاً آب در تمام سطح مزرعه پخش شده و خاک در تمام قسمت‌های زمین خیس می‌شود و این امر موجب تلف شدن آب می‌گردد. در صورتیکه اکثر روش‌های نوین آبیاری مانند سیستم‌های بارانی و قطره‌ای متمرکز بر آبیاری گیاه است نه آبیاری زمین (علیزاده، ۱۳۸۹). مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که تکنولوژی‌های آبیاری آب اندوز به ذخیره و صرفه‌جویی آب کمک می‌کنند. همچنین این تکنولوژی باعث کاهش آثار منفی تغییر اقلیم بر روی تولیدات کشاورزی می‌شود (Zou et al, 2012).

تحقیقات متعددی در سرتاسر دنیا و از جمله ایران در رابطه با مقایسه سامانه‌های آبیاری سطحی و آبیاری نوین از نظر میزان مصرف آب، بهره‌وری آب و عملکرد محصول گندم صورت گرفته است. قدیمی فیروز آبادی و همکاران (۱۳۹۶) در همدان اثر سه سیستم آبیاری بارانی، قطره‌ای نواری (تیپ) و جویچه‌ای را بر عملکرد و بهره‌وری آب چند رقم گندم بررسی کردند. نتایج نشان داد تفاوت بین رقم‌ها از نظر عملکرد معنی‌دار نبود. مقدار بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری، بارانی و جویچه‌ای (بدون در نظر گرفتن بارندگی مؤثر) به ترتیب ۱/۶، ۱/۱ و ۰/۶۹ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی بود. به عبارت دیگر، آبیاری قطره‌ای نواری باعث افزایش ۱۳۲ و ۴۵ درصدی بهره‌وری آب نسبت به روش جویچه‌ای و بارانی گردید. بررسی اثر روش‌های مختلف آبیاری بر محصول گندم در منطقه مغان نشان داد که بیشترین عملکرد محصول مربوط به روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود و بیشترین بهره‌وری آب مربوط به روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه شد. همچنین کمترین عملکرد

همزمان سه روش آبیاری و بررسی اجزاء عملکرد گندم را می‌توان وجه تمایز این تحقیق قلمداد کرد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان خرم‌آباد به مختصات ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۱۴۸ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام گردید. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. اطلاعات هواشناسی مورد نیاز برای اجرای تحقیق (شامل درجه حرارت و بارندگی در طی دوره رشد گیاه گندم) از ایستگاه سینوپتیک واقع در فرودگاه خرم‌آباد که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه است، اخذ گردید. منطقه مورد مطالعه براساس طبقه‌بندی آمبروزه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد، همراه با روزهای یخبندان در زمستان است (صارمی و همکاران، ۱۳۹۴) بطوریکه سرمای نسبتاً زیاد از اواسط آذرماه تا اواخر بهمن‌ماه از عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در این منطقه است. معمولاً در این منطقه به علت طولانی بودن دوره رشد از ارقام مقاوم به سرما استفاده می‌شود. گندم رقم پیشناز علاوه بر مقاومت به سرما دارای عملکرد و تولید بالایی است و به همین دلیل در این منطقه و در تحقیق مذکور از این رقم استفاده شد. با توجه به توضیحات فوق و همچنین انجام عملیات خاک‌ورزی مناسب، کشت گندم در پاییز صورت گرفت.

(Wang et al., 2013). برای بررسی تأثیر روش آبیاری قطره‌ای و کرتی بر عملکرد و میزان بهره‌وری آب گندم، تحقیقی در هند انجام شد. براساس نتایج تحقیق در سامانه آبیاری قطره‌ای میزان صرفه‌جویی در مصرف آب و بهره‌وری آب به ترتیب ۲۸/۴۲ و ۲۴/۲۴ درصد بیشتر از روش آبیاری کرتی بود ضمن اینکه روش آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۱۰/۸ درصدی عملکرد دانه شد (Chouhan et al., 2015). فنگ و همکاران گزارش کردند در شمال چین بهره‌وری اقتصادی آب گندم زمستانه در روش‌های آبیاری تحت فشار نسبت به روش آبیاری سطحی کمتر بود (Fang et al., 2018).

روش‌های آبیاری به دلیل داشتن راندمان متفاوت، میزان مصرف آب آبیاری و بهره‌وری آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. با توجه به اهمیت آب بایستی راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری و تولید در واحد حجم آب مصرفی داشته باشیم و لذا استفاده از روش‌های آبیاری نوین امری ضروری است. میزان تولید محصول گندم در استان لرستان ۴۵۶۸۵۵ تن در سال می‌باشد که ۵۰ درصد آن از اراضی آبی حاصل می‌شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸). علیرغم اینکه استان لرستان یکی از استان‌های تولید کننده گندم است ولی تاکنون مطالعه‌ای در خصوص بررسی همزمان تأثیر سه روش آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری (تیپ) بر عملکرد، اجزاء عملکرد و بهره‌وری آب این محصول در استان انجام نگرفته است. لازم به ذکر است در اکثر مطالعات به مقایسه سامانه آبیاری قطره‌ای یا بارانی با سامانه آبیاری سطحی به منظور ارزیابی عملکرد و بهره‌وری آب محصولات پرداخته شده و اجزاء عملکرد بررسی نشده است. بنابراین اجرای



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

تکرار اجرا گردید. قبل از کاشت به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از خاک محل آزمایش نمونه‌برداری شد. نتایج مربوط به

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار سامانه آبیاری (شامل آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای نواری) در سه

شد. با توجه به جدول ۳ آب آبیاری مورد استفاده طبق تقسیم‌بندی ویل کاکس، در طبقه C1S1 قرار می‌گیرد که بهترین و مناسب‌ترین حالت برای آبیاری است (Wilcox., 1960).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. آب آبیاری از یک حلقه چاه عمیق کشاورزی برداشت شد که در کلیه تیمارها از آن استفاده

جدول ۱- بافت خاک محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
۳۰	۳۴	۲۷	۳۹	لومی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	N (mg/kg)	EC (dS/m)	pH (-)
۳۰	۸/۳	۰/۷۳	۰/۶۷	۲/۱۶	۱۴۵	۸/۶	۰/۰۵۹	۱/۶۹	۷/۴۱

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری

pH (-)	T.D.S (meq/L)	Mg <sup>++</sup> (meq/L)	Ca <sup>++</sup> (meq/L)	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq/L)	Cl <sup>-</sup> (meq/L)	Na <sup>+</sup> (meq/L)	SAR	EC (dS/m)
۷/۰۶	۲۶۹	۰/۹	۱/۷	۱	۵/۶	۰/۴	۲/۱	۱/۸۴	۰/۵۹

بلوک‌های مجاور در آبیاری سطحی و قطره‌ای فاصله‌ی ۲ متر و در آبیاری بارانی به منظور جلوگیری از تلفات پاشش و بادبردگی و عدم تأثیر بر روش‌های دیگر فاصله‌ی ۱۰ متر به عنوان ضریب اطمینان عدم نفوذ آب زیر سطحی در نظر گرفته شد. مساحت تیمار آبیاری بارانی یک هکتار و سیستم آبیاری از نوع کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک بود. در این سامانه از آبیاش‌های آمیو اصلی ساخت شرکت Sim ایتالیا در فشار کارکرد ۴ بار و آرایش ۲۰×۲۵ متر استفاده شد. در اطراف تیمارهای آبیاری بارانی از آبیاش‌های تنظیمی استفاده شد و به منظور محاسبه دقیق حجم آب مصرفی و جلوگیری از هدر رفت آب، حداکثر دقت به عمل آمد. در روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)، ابعاد کرت‌ها ۱۰×۳۰ متر بود. در این تیمار با توجه به تحقیقات انجام شده توسط محققین و دانشجویان و در جهت تأمین نیاز آبی محصول، از فواصل خطوط ۵۰ سانتی‌متری و فاصله روزنه‌های ۳۰ سانتی‌متر در فشار کارکرد ۱ بار با دبی ۲ لیتر بر ساعت و از لوله‌های قطره‌ای نواری (تیپ) از نوع بغل دوخت با ضخامت ۱۷۵ میکرون استفاده شد. در تیمار آبیاری سطحی نیز روش آبیاری از نوع شیاری و ابعاد کرت‌ها ۱۰×۳۰ متر بود. حجم کل آب ورودی به هر تیمار در طول دوره کشت ثبت شد و بدین منظور از کنتورهای حجمی جداگانه استفاده گردید. تعداد آبیاری‌ها در روش‌های آبیاری سطحی و بارانی برابر با ۳ نوبت در دور آبیاری ۱۰ روز بود و در آبیاری قطره‌ای نواری ۸ نوبت آبیاری در دور آبیاری ۴ روز اجرا گردید. زمان برداشت محصول اوایل تیرماه ۱۳۹۸ بود. نمونه‌ها بطور جداگانه داخل کیسه‌های مخصوص (با نصب مشخصات روی هر نمونه) قرار داده شد و بلافاصله به

در اواخر مهرماه سال ۱۳۹۷ عملیات آماده‌سازی اراضی مورد نظر از جمله آبیاری قبل از کاشت (این آبیاری در محاسبات حجم آبیاری‌ها منظور نشد) انجام شد. آبیاری اولیه منجر به آماده‌سازی زمین جهت شخم اولیه و جوانه زدن تعدادی از علف‌های هرز گردید. عملیات شخم در ۹ آبان‌ماه سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. بذر گواهی شده گندم رقم پیش‌تاز پس از کنترل از نظر سلامت و سم‌زدایی شدن، در ۲۳ آبان‌ماه ۱۳۹۷ با استفاده از دستگاه ردیف کار کشت گردید. رقم کشت‌شده دارای سابقه کشت در منطقه و مناسب محل اجرای طرح است. اولین بارندگی مؤثر در ۲۴ آبان‌ماه رخ داد که باعث جوانه زدن و سبز شدن گندم در مزرعه شد. کلیه شرایط اقلیمی، محیطی و تغذیه-ای برای تیمارها یکسان بود. سایر عملیات دوره داشت از قبیل مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و کوددهی نیز بطور یکنواخت در کلیه تیمارها انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش خاک، مقدار ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در طی چند مرحله (مقدار ۷۵ کیلوگرم همزمان با کاشت و مابقی آن طی دو مرحله در زمان چند برگی شدن و ابتدای ساقه رفتن) در سطح مزرعه پخش گردید. همچنین مقدار ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تربیل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هر هکتار همزمان با کاشت توزیع شد. در تاریخ ۲۳ اسفند ماه ۱۳۹۷ عملیات مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ با ترکیب سموم تاپیک و گرانستار انجام گرفت. اراضی کشت‌شده در منطقه‌ی مورد مطالعه نسبتاً مسطح بودند. طرح آزمایشی شامل سه بلوک (تکرار) و هر بلوک نیز شامل سه کرت (تیمار) بود. بین کرت‌های مجاور در هر بلوک فاصله‌ی ۲ متر و بین

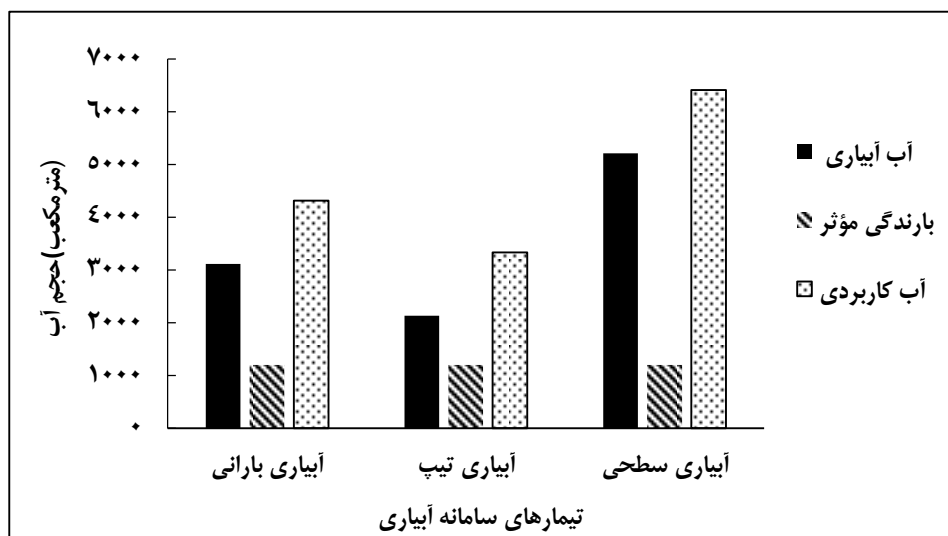
درصد و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

## نتایج و بحث

### آب کاربردی

با توجه به نزولات جوی، متوسط بارندگی سالانه در محل اجرای تحقیق ۴۹۹ میلی‌متر بود و میزان بارندگی مؤثر ۱۲۰۰ مترمکعب در طی دوره رشد اندازه‌گیری شد. در طول دوره رشد گیاه گندم، تیمار آبیاری بارانی ۳۱۱۰/۴ مترمکعب، تیمار آبیاری قطره‌ای نواری ۲۱۳۳/۳۴ مترمکعب و تیمار آبیاری سطحی ۵۲۱۱ مترمکعب آب دریافت نمود. حجم کل آب کاربردی با احتساب بارندگی مؤثر برای تیمارهای مختلف در شکل ۲ ارائه شده است.

آزمایشگاه انتقال یافتند و فاکتورهای تولید شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد محصول و نهایتاً بهره‌وری آب اندازه‌گیری و محاسبه شدند. برای تعیین وزن هزار دانه، دانه‌های مربوط به گیاهان نمونه برداری شده را از سنبله‌ها جدا کرده و وزن هزار دانه با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد محصول، دانه‌های تفکیک شده مربوط به هر تیمار در داخل پاکت‌های کاغذی (بصورت مجزا) قرار داده شد و به داخل آون انتقال و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو تا سه روز نگهداری گردید. بعد از اطمینان از خشک شدن نمونه‌ها وزن خشک دانه‌ها توسط ترازوی دیجیتال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بعد از آن وزن دانه در سطح نمونه برداری شده به عملکرد در هکتار تبدیل گردید. در نهایت تجزیه و تحلیل آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج



شکل ۲- حجم آب آبیاری، بارندگی مؤثر و آب کاربردی تحت تیمارهای مختلف سامانه آبیاری در طی انجام پژوهش

### اجزاء عملکرد

پس از برداشت نمونه‌ها قسمت‌های مختلف گیاه از یکدیگر تفکیک و تعداد سنبله شمارش گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر تعداد سنبله تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت (جدول ۴). میانگین تعداد سنبله مربوط به تیمارهای سامانه آبیاری در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه میانگین تعداد سنبله نشان داد که بیشترین تعداد سنبله مربوط به تیمار آبیاری سطحی با میانگین ۴۰۰ بود که با تیمار آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری داشت. بطور کلی می‌توان گفت تعداد سنبله تحت تأثیر نوع سامانه آبیاری قرار گرفت بطوریکه با کاهش مقدار آب مصرفی، تعداد سنبله کاهش یافت. در آبیاری قطره‌ای نواری ۵۹ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، باعث کاهش ۷

در این پژوهش استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به سامانه آبیاری بارانی و سطحی به ترتیب باعث ۳۲ و ۵۹ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شد. همچنین استفاده از سامانه آبیاری بارانی منجر به ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به آبیاری سطحی شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات دهقانیان و افضل‌نیا (۱۳۹۷) مبنی بر کاهش حجم آب مصرفی در سامانه آبیاری قطره‌ای همخوانی دارد. بر اساس نتایج تحقیق خارو و همکاران اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای در زراعت گندم، باعث ۲۰ درصد صرفه‌جویی در آب مصرفی نسبت به آبیاری سطحی شد (Kharrou et al., 2011). مصطفی و همکاران نیز ۶/۷ درصد ذخیره آب در سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی را در کشت گندم گزارش کردند (Mostafa et al., 2018).

درصدی تعداد سنبله نسبت به آبیاری سطحی شد. در آبیاری بارانی نیز ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، منجر به کاهش ۲ درصدی تعداد سنبله نسبت به آبیاری سطحی گردید. کاهش تعداد سنبله در اثر کاهش حجم آب آبیاری در تحقیقات باقری و حیدری شریف‌آباد تأیید شده است (Bagheri and Heidari Sharif Abad., 2007). کیخانی و گنجی خرم‌دل (۱۳۹۵) با مطالعه روی گندم به این نتیجه رسیدند که با کاهش مقدار آب آبیاری، تعداد سنبله در متر مربع بطور معنی‌داری کاهش یافت به گونه‌ای که بیشترین و کمترین تعداد سنبله به ترتیب در تیمار نیاز آبی ۱۰۰ و ۵۵ درصد مشاهده شد، آن‌ها کاهش تعداد سنبله را به کاهش تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح نسبت دادند.

تعداد دانه در سنبله نیز همانند تعداد سنبله شمارش گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمارهای سامانه آبیاری در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار آبیاری سطحی با میانگین ۴۸ بود که با تیمار آبیاری قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری داشت و با تیمار آبیاری بارانی اختلاف معنی‌داری از خود نشان نداد. کمترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با میانگین ۳۹ بود. همانطور که مشاهده می‌شود در این پژوهش بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به روش آبیاری سطحی و کمترین میزان مربوط به روش آبیاری قطره‌ای نواری است، بطوریکه این کاهش در آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری سطحی ۱۸ درصد است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات کیخانی و گنجی خرم‌دل (۱۳۹۵) و کریمی و قدسی (۱۳۹۸) در مورد کاهش تعداد دانه در سنبله در اثر کاهش حجم آب مصرفی در محصول گندم مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر ارتفاع ساقه تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت

(جدول ۴). میانگین ارتفاع ساقه‌های مربوط به تیمارهای سامانه آبیاری در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه میانگین ارتفاع ساقه‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار آبیاری سطحی با میانگین ۹۲/۲۷ سانتی‌متر بود که با تیمار آبیاری قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری داشت و با تیمار آبیاری بارانی اختلاف معنی‌داری از خود نشان نداد. کمترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با میانگین ۸۳/۰۹ سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، ارتفاع ساقه با کاهش آب مصرفی روندی کاهشی داشت. در آبیاری قطره‌ای نواری ۳۲ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش ۱۰ درصدی ارتفاع ساقه را نسبت به آبیاری بارانی داشت. نتایج تحقیق پورمنصور و همکاران (۱۳۹۸)، که در شیراز انجام گرفت نشان داد که ارتفاع گیاه گندم در تیمارهای آبیاری ۷۵ و ۵۰ درصد به ترتیب ۱۹ و ۱۰ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد. در واقع کاهش پتانسیل آب بافت‌های مرستمی در طول روز موجب نقصان پتانسیل فشاری شده و در نتیجه مانع بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود. به طور کلی در بسیاری از گیاهان خانواده گندمیان کاهش آب سبب تأخیر در تولید شدن ساقه می‌شود که این امر موجب کاهش فاصله میان‌گره‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (نباتی، ۱۳۸۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت (جدول ۴). میانگین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای سامانه آبیاری در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه میانگین وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری سطحی با میانگین ۴۱/۱۴ گرم بود که با دو تیمار آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با میانگین ۳۴/۰۳ گرم بود. در آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی وزن هزار دانه گندم به ترتیب ۱۷ و ۸ درصد کمتر از آبیاری سطحی شد. همانطور که مشاهده می‌شود در این پژوهش با کاهش میزان آب آبیاری، وزن هزار دانه کاهش بیشتری یافت.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و برخی صفات اندازه‌گیری شده گندم در اجرای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع ساقه	وزن هزار دانه	عملکرد محصول
تکرار	۲	۱۴/۷۸۷ <sup>ns</sup>	۱/۱۴۱ <sup>ns</sup>	۱/۷۹۲ <sup>ns</sup>	۰/۵۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>
تیمار	۲	۵۳۸/۳۹۱ <sup>**</sup>	۵۹/۰۰۴ <sup>**</sup>	۷۹/۳۳۸ <sup>**</sup>	۳۸/۰۰۶ <sup>**</sup>	۶/۲۶۶ <sup>**</sup>
خطا	۴	۰/۴۵۳	۰/۷۰۳	۰/۶۰۶	۰/۱۳۴	۰/۰۱۰
ضریب تغییرات (درصد)		۰/۱۷	۱/۸۹	۰/۸۷	۰/۹۷	۱/۵۴

ns و \* و \*\* به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و برخی صفات اندازه‌گیری شده گندم تحت تأثیر تیمارهای آبیاری

تیمارها	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)
آبیاری بارانی	۳۹۱b	۴۶a	۹۱/۷۰a	۳۷/۹۴b
آبیاری تیپ	۳۷۳c	۳۹b	۸۳/۰۹b	۳۴/۰۳c
آبیاری سطحی	۴۰۰a	۴۸a	۹۲/۲۷a	۴۱/۱۴a

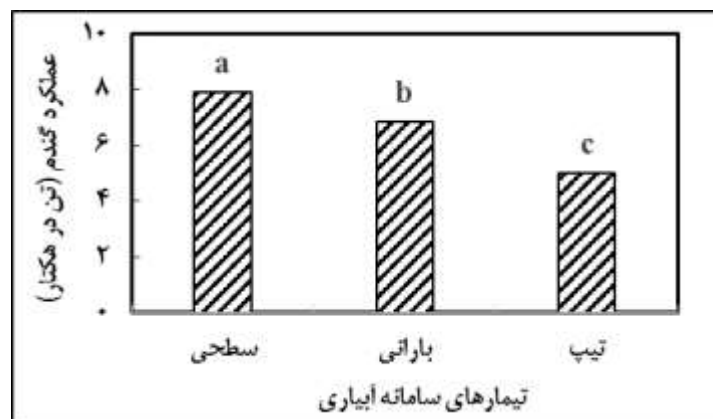
در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند تفاوت معنی داری به روش دانکن و در سطح ۵ درصد با هم ندارند

یافت، بطوریکه در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی نسبت به آبیاری سطحی به ترتیب با ۵۹ و ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، کاهش عملکرد گندم حدود ۳۶ و ۱۳ درصد بود. عملکرد کمتر دانه در تیمارهای با مقادیر کمتر آب می‌تواند به علت تعداد کمتر دانه باشد. کاهش عملکرد دانه در تیمارهای با مقادیر کمتر آبیاری را می‌توان به اثر کمبود آب که با تسریع پیری و کاهش طول پر شدن دانه گیاه همراه است و همچنین به علائم ارسالی از ریشه به برگ و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز خالص، نسبت داد (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۶). مطالعات دلاورپور و همکاران (۱۳۹۷) مؤید این مطلب است که آبیاری نشتی، باعث افزایش عملکرد محصول گندم (۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به آبیاری قطره‌ای (۳۰۰۵ کیلوگرم بر هکتار) شد. همچنین تحقیقات واسیف و همکاران نشان داد که عملکرد دانه گندم در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی نسبت به سامانه آبیاری بارانی به ترتیب حدود ۳۳/۳۳ و ۲۶/۵۷ درصد کاهش یافت (Wasif et al., 2009) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری بارانی باعث ۲۷ درصد کاهش عملکرد دانه گندم شد).

براساس نتایج تحقیق باغبان خلیل‌آباد و همکاران (۱۳۹۸) بیشترین وزن هزار دانه گندم، در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بدست آمد که با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه نیز مربوط به تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی بود. آراس و همکاران عنوان کردند که کاهش مقدار آب آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها باعث چروکیدگی و کاهش وزن هزار دانه گندم شد (Araus, 2002).

### عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت (جدول ۴). نتایج میانگین عملکرد محصول مربوط به تیمارهای سامانه آبیاری در شکل ۳ ارائه شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری سطحی با ۷/۸۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت که با هر دو تیمار آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد، همچنین تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با ۵/۰۱۷ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در این پژوهش با کاهش حجم آب آبیاری عملکرد محصول کاهش



شکل ۳- عملکرد دانه گندم تحت تأثیر سامانه‌های مختلف آبیاری

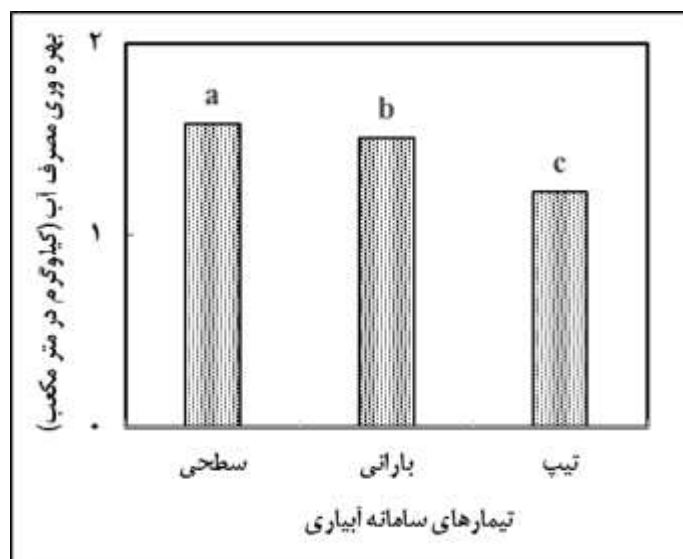
دهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سامانه آبیاری از نظر بهره‌وری آب اختلاف معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) وجود داشت (جدول ۴). نتایج میانگین بهره‌وری آب مربوط به تیمارهای

### بهره‌وری آب

در این تحقیق بهره‌وری آب، مقدار محصول تولید شده (گندم) به ازای مقدار کل آب کاربردی (آب آبیاری + باران مؤثر) را نشان می‌-

از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری بود. چوهان و همکاران نیز در تحقیق خود افزایش ۲۴ درصدی بهره‌وری آب در سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به روش سطحی را عنوان کردند (Chouhan et al., 2015). نتایج تحقیق معیری (۱۳۹۲) بر روی بررسی بهره‌وری آب ارقام گندم، در سه نوع سامانه آبیاری (سطحی، بارانی و قطره‌ای) نشان داد که استفاده از سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای باعث ۴۰ درصد افزایش در بهره‌وری آب می‌شود که یافته‌های ما این تحقیق را تأیید می‌نماید. فان و همکاران میزان بهره‌وری آب گندم در روش شیاری را ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند (Fan et al., 2014).

سامانه آبیاری در شکل ۴ ارائه شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری بارانی با میانگین ۱/۵۸۰ کیلوگرم در مترمکعب بیشترین بهره‌وری آب را داشت که با هر دو تیمار آبیاری قطره‌ای نواری و سطحی اختلاف معنی‌داری از خود نشان داد. پس از آن تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با میانگین ۱/۵۰۴ کیلوگرم در مترمکعب بالاترین بهره‌وری آب را داشت و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار آبیاری سطحی با میانگین ۱/۲۲۷ کیلوگرم در مترمکعب بود. در این تحقیق میزان بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری نسبت به روش جویچه‌ای به ترتیب ۲۸ و ۲۲ درصد افزایش داشت. همچنین بهره‌وری آب در سامانه آبیاری بارانی ۵ درصد بیشتر



شکل ۴- بهره‌وری آب آبیاری تحت تأثیر سامانه‌های مختلف آبیاری

## نتیجه‌گیری

توسط سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (۲۱۳۳/۳۴ مترمکعب) باشد استفاده از این سامانه در مناطقی با اقلیم مشابه منطقی به نظر می‌رسد. استفاده از سامانه آبیاری بارانی ضمن ۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، بالاترین بهره‌وری آب را داشت و از نظر عملکرد تنها ۱۳ درصد کاهش نسبت به آبیاری سطحی نشان داد، بنابراین در مناطقی که منابع آبی بیشتری در دسترس می‌باشد و حصول عملکرد بالا مد نظر است استفاده از این سامانه پیشنهاد می‌شود.

## منابع

باغبان خلیل‌آباد، ص.، خزاعی، ح. ر. و کافی، م. ۱۳۹۸. اثر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ارقام مختلف گندم نان و گندم دوروم. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۳۲ (۱): ۱-۱۲.

پورمنصور، س.، رزاقی، ف.، سپاسخواه، ع. و موسوی، س. ع. ا. ۱۳۹۸.

در تحقیق حاضر بیشترین عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و حجم آب کاربردی و همچنین کمترین بهره‌وری آب متعلق به سامانه آبیاری سطحی بود که با توجه به خشکسالی‌های اخیر در کشور و نیاز روزافزون جامعه به مواد غذایی استفاده بهینه از منابع آبی و افزایش بهره‌وری آب امری اجتناب‌ناپذیر است. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب می‌شود. در این تحقیق کمترین حجم آب کاربردی مربوط به سامانه قطره‌ای نواری بود و بهره‌وری آب در این روش تنها ۵ درصد کمتر از روش آبیاری بارانی بود و لذا استفاده از این روش در مناطقی که با محدودیت آب روبرو هستند پیشنهاد می‌شود. با توجه به اینکه نیاز آبی گیاه گندم در این تحقیق بطور کامل تأمین شد، حتی اگر مشکلات کم‌آبی تشدید شود بطوریکه میزان آب موجود در طول دوره رشد گندم برابر با آب مصرف شده



- کافی، م. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۶. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۷۲ صفحه.
- کبیری سامانی، ع. ا. و باقری، س. ۱۳۹۳. طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب. اصفهان. انتشارات ارکان دانش. ۹۰۴ صفحه.
- کریمی، م. و قدسی، م. ۱۳۹۸. عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گندم در تناوب زراعی پنبه- گندم در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۳ (۱): ۸۲-۹۳.
- کیخانی، ف. و گنجی خرم‌دل، ن. ۱۳۹۵. تأثیر کم‌آبیاری با دو روش نواری و شیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب گندم هامون. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰ (۱): ۱-۱۱.
- معیری، م. ۱۳۹۲. تعیین پتانسیل کارایی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره‌ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. گزارش نهایی. شماره ثبت ۴۳۵۵۳.
- نباتی، ج. ۱۳۸۳. اثر فواصل آبیاری بر خصوصیات زراعی، مورفولوژیکی و کیفی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد اول محصولات زراعی. تهران. چاپ اول. ۸۷ صفحه.
- Abd El-Rahman, G. 2009. Water use efficiency of wheat under drip irrigation system at Al-Maghara area, North Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment Sciences*. 5 (5): 664-670.
- Araus, J. L., Bort, J., Steduto, P., Villegas, D. and Royo, C. 2003. Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Annals of Applied Biology*. 142: 129-141.
- Bagheri, A. and Heidari Sharif Abad, H. 2007. Effect of drought and salt stresses on yield components and ion content of Hull-less barley (*Hordeum sativum* L.). *Journal of New Agricultural Sciences*. 3 (7): 3-11.
- Chouhan, S. S., Awasthi, M. K. and Nema, R. K. 2015. Studies on water productivity and yields responses of wheat based on drip irrigation systems in clay loam soil. *Indian Journal of Science and Technology*. 8 (7): 650.
- Fan, Y., Wang, C. and Nan, Z. 2014. Comparative evaluation of crop water use efficiency, economic analysis and net household profit simulation in arid Northwest China. *Agricultural Water Management*.
- بررسی رشد و محصول گندم تحت سطوح مختلف بیوپار و کم-آبیاری در شرایط گلخانه‌ای. مدیریت آب و آبیاری. ۹ (۱): ۱۵-۲۸.
- دل‌آورپور، ع.، ذاکری‌نی، م. و حسام، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر فواصل مختلف نوارهای آبیاری قطره‌ای (tape) بر عملکرد گندم و کارایی مصرف آب. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۲ (۶): ۱۵۶۳-۱۵۷۳.
- دهقانیان، س. ا. و افضل‌نیا، ص. ۱۳۹۷. بهره‌وری آب و عملکرد ذرت در تناوب با گندم در روش‌های مختلف آبیاری و خاک‌ورزی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲ (۱): ۱۶-۲۷.
- ریاحی، ف.، نجفی علمدارلو، ح. و وکیل‌پور، م. ح. ۱۳۹۷. ارزیابی آثار رفاهی خودکفایی پایدار در بازار گندم ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۶ (۱۰۱): ۱۲۵-۱۴۳.
- شیرین‌زاده، ن.، بیگلویی، م. ح.، اخوان، ک. و محمدی، ع. ۱۳۹۶. اثر روش‌های آبیاری در سطوح مختلف نیاز آبی گیاه گندم بر عملکرد و بهره‌وری آب در منطقه مغان. هشتمین کنفرانس علمی پژوهشی آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. کرمان، انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران.
- صارمی، م.، فرهادی بانسوله، ب.، ملکی، ع. و فراستی، م. ۱۳۹۴. تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی عدس به روش بیلان آبی (مطالعه موردی: خرم‌آباد). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۶ (۲): ۸۷-۹۸.
- طاووسی، م. و تواناپور، ا. ۱۳۹۹. مقایسه عملکرد گندم و بهره‌وری فیزیکی آب در آبیاری سطحی و قطره‌ای. دهمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. تهران، مؤسسه آموزش عالی بین‌المللی مشهد- مرکز مطالعات و تحقیقات علوم فنون بنیادین در جامعه- مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۹. آبیاری قطره‌ای (اصول و عملیات). دانشگاه امام رضا (ع). مشهد. چاپ دوم. ۴۹۴ صفحه.
- قدمی فیروزآبادی، ع. و باغانی، ج. ۱۳۹۸. اثر آرایش‌های مختلف کشت در آبیاری نواری قطره‌ای بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری گندم در همدان. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳ (۲): ۵۲۸-۵۳۹.
- قدمی فیروزآبادی، ع.، چایچی، م. و سیدان، س. م. ۱۳۹۶. اثر سامانه‌های آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب سه ژنوتیپ گندم و ارزیابی اقتصادی آن‌ها در همدان. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱ (۲): ۱۳۹-۱۴۹.

- Comparison of three wheat varieties with different irrigation systems for water productivity. *International Journal of Agriculture and Applied Sciences (Pakistan)*. 2(1).
- Smith, M., Kivumbi, D. and Heng, L. K. 2002. Use of the Cropwat model in deficit irrigation Studies. *Water rep, FAO, Rome, Italy*. 17-27.
- Wang, J., Gong, S., Xu, D., Yu, Y. and Zhao, Y. 2013. Impact of drip and level-basin irrigation on growth and yield of winter wheat in the North China Plain. *Irrigation science*. 31 (5): 1025-1037.
- Wasif, Yasser E., Arafa Essam, A. and Hazem, E. 2009. Maximizing water use efficiency in wheat yields based on drip irrigation systems. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(2): 790-796.
- Wilcox, L. V. 1960. Boron Injury to Plants. U.S. Dept. of Agriculture, Information Bulletin No. 211.
- Zou, X., Li, Y. E., Gao, Q. Z. and Yunfan, W. 2012. How water saving irrigation contributes to climate change resilience— a case study of practices in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 17 (2): 111-132.
- 146: 335-345.
- Fang, Q., Zhang, X., Shao, L., Chen, S. and Sun, H. 2018. Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. *Agricultural Water Management*. 196: 133-143.
- Kahlowan, 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.
- Kharrou, M. H., Er-Raki, S., Chehbouni, A., Duchemin, B., Simonneaux, V., LePage, M., Ouzine, L. and Jarlan, L. 2011. Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region. *Agricultural Sciences in China*. 2 (3): 273-282.
- Mostafa, H., El-Nady, R., Awad, M. and El-Ansary, M. 2018. Drip irrigation management for wheat under clay soil in arid conditions. *Ecological Engineering*. 121: 35-43.
- Saleem, M., Wagas, A. and Ahmad, R. N. 2010.

## Investigation Yield, Yield Components and Water Efficiency of Wheat in Three Systems: Surface, Sprinkler and Strip Drip Irrigation

S. Safarzadeh<sup>1</sup>, M. Saremi<sup>2\*</sup>, A. Farshid<sup>3</sup>, M. Dehghani<sup>4</sup>

Received: Sep.09, 2020

Accepted: Dec.13, 2020

### Abstract

Water is the most important limiting factor for agriculture and its optimal use with special importance. The purpose of this study was investigating of the effect of different irrigation methods on yield and yield components of wheat (Pishtaz cultivar) and evaluate of water efficiency. The following treatments included three methods of surface, sprinkler and strip drip irrigation. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in 2018\_2019 in Khorramabad city. The research results demonstrated that type of irrigation method had a significant effect ( $p < 0.01$ ) on the number of spikes, number of seeds per spike, stem height, 1000-seed weight, grain yield and water efficiency. Grain yield in surface, sprinkler and drip irrigation methods were 7.870, 6.83 and 5.017 tons per hectare, respectively, in other words, surface irrigation increased grain yield by 13.21 and 36.25 percent compared to sprinkler and drip irrigation methods, respectively. Also, the highest volume of applied water ( $6411 \text{ m}^3$ ) and the lowest water efficiency ( $1.22 \text{ m}^3$ ) were related to surface irrigation treatment. Strip drip irrigation treatment with about  $3333 \text{ m}^3$  of water irrigation, saved 59% of water compared with surface irrigation and therefore.

**Keywords:** Irrigation Method, Sprinkler Irrigation, Topical Irrigation, Volume of Water Consumption, Wheat.

---

1- Master of Hydraulic Structures, Shushtar University of Water Sciences, Expert and supervisor of water and soil deputy projects, Agricultural Jihad Organization of Lorestan Province, Khorramabad, Iran  
2- PhD student, Department of Irrigation and Drainage, Isfahan University of Technology, Iran  
3- Expert of Agricultural Engineering (Sciences and water engineering), Ahvaz University, Expert and supervisor of water and soil deputy projects, Agricultural Jihad Organization of Lorestan Province, Khorramabad, Iran  
4- Expert of Agricultural Engineering, Food Science and Industry, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch in Amol, Expert of Lorestan Agricultural Jihad Organization, Iran  
(\* - Corresponding Author: Email: m.saremi2008@gmail.com)