اثر سامانه‌های آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب سه ژنوتیپ گندم و ارزیابی اقتصادی آنها در همدان

علی قدمی فیروزآبادی، مهرداد چایچی[۱]* و سید محسن سیدان

استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

aghadami@gmail.com

مربی پژوهش بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.

mehrdadch@gmail.com

استادیار پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی وترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، همدان، ایران.

Seyedan1969@gmail.com

چکیده

استفاده بهینه از آب با توجه به شرایط اقلیمی کشور و خشکسالی‌های اخیر امری ضروری به‌نظر می‌رسد. یکی از راهکارهای مهم و تاثیرگذار، بهره‌گیری از سامانه‌های نوین آبیاری است. لذا این آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، با بهره‌گیری از سیستمهای آبیاری تحت فشار، بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷ اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل سه نوع سامانه آبیاری، بارانی، قطره‌ای(تیپ) و جویچه‌ای بود و کرت‌های فرعی را ارقام گندم (الوند، توس و دو لاین C-81-4 و CD-5009) تشکیل دادند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سیستم‌های متفاوت آبیاری علیرغم میزان متفاوت آب آبیاری مصرفی تفاوت معنی‌داری نداشتند. این در حالیست که اختلاف عملکرد بین روش تیپ و جویچه¬ای حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر عملکرد معنی‌دار نبود. مقدار بهره‌وری مصرف آب آبیاری در روش آبیاری تیپ، بارانی و جویچه‌ای (بدون در نظر گرفتن بارندگی مؤثر) به‌ترتیب ۱/۶، ۱/۱ و ۰/۶۹ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی بود. به‌عبارت دیگر، آبیاری تیپ باعث افزایش ۱۳۲ و ۴۵ درصدی کارآیی مصرف آب نسبت به روش جویچه‌ای و بارانی گردید. ارزیابی اقتصادی نشان داد که استفاده از هر دو روش آبیاری بارانی و تیپ بجای روش جویچه-ای برای تمامی ارقام گندم مورد استفاده دارای توجیه اقتصادی است و روش آبیاری بارانی نسبت به تیپ از لحاظ اقتصادی ارجح بود.

واژه های کلیدی: آبیاری بارانی، آبیاری جویچه‌ای، آبیاری تیپ، بهره‌وری آب.

۱- آدرس نویسنده مسئول: همدان، مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی همدان، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

*: دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۵ و پذیرش اسفند ۱۳۹۵

مقدمه

در شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در درازمدت مسئله بحران منابع آب به صورت یک مسئله جدی مطرح است، توجه به افزایش راندمان مصرف آب و ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. از طرفی، در استان همدان، بخش کشاورزی حدود ۸۹/۹ درصد از منابع سطحی و زیرزمینی را به خود اختصاص می‌دهد و خشکسالی‌های اخیر و و برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی، باعث افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی (سالانه، حداقل ۰/۷ متر در دشت نهاوند و حداکثر ۱/۵۷ متر در دشت کبودرآهنگ) و بیلان منفی تمام دشت‌های استان شده است. به‌طوری که متوسط کسری سالانه حجم مخازن زیرزمینی استان ۲۲٤ میلیون متر مکعب است (شرکت آب منطقه‌ای همدان، ۱۳۹٤). لذا، استفاده مناسب از منابع محدود آب و استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار به‌منظور ارتقاء بهره‌وری مصرف آب ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات متعددی در رابطه با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار (آبیاری میکرو) در بعضی محصولات کشاورزی انجام شده است.

وزیری (۱۳۷۳) در بررسی اثر پنج برنامه آبیاری براساس کسر ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و حدود ۱۰۰ درصد از رطوبت قابل استفاده خاک بر عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب گندم نتیجه گرفت که کاهش دور آبیاری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب می‌گردد. بیشترین میزان محصول دانه از برنامه آبیاری پس از ٦۰ درصد کاهش رطوبت خاک بدست آمد. قدمی فیروزآبادی (۱۳۸٤) طی یک مطالعه میزان کارایی مصرف آب محصول سیب‌زمینی در همدان را در سیستم‌های آبیاری تیپ، بارانی و نشتی ۲/۹، ۲/۵ و ۱/٤ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد نمود. همچنین، نتیجه تحقیق وی نشان داد که سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) با کاهش ۲۹ درصدی در آب آبیاری نسبت به آبیاری نشتی میزان بهره-وری مصرف آب را تقریبا ۱۰۷ درصد افزایش داد. ترک نژاد و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی به مقایسه سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) و آبیاری جویچه‌ای در زراعت گندم پرداخته و نشان دادند که اگر چه نسبت منفعت به هزینه در سیستم آبیاری جویچه‌ای بیشتر از آبیاری تیپ بوده است، اما بهره‌وری مصرف آب به ازای هر واحد آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای تیپ (۲/۵۷) در مقایسه با جویچه‌ای (۱/۳۸) حدود دو برابر شد. همچنین، نتایج این تحقیق نشان‌دهنده افزایش ۱۱/٤ درصدی عملکرد دانه در سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) نسبت به روش نشتی بود. در رابطه با ژنوتیپهای گندم بهاره پورملکشاه (۱۳۸٦) نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از جنبه بیشتر صفات عملکرد و صفات مرتبط با آن اختلاف معنی‌داری وجود دارد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند که اگرچه آبیاری قطره‌ای (تیپ) نسبت به روش آبیاری نشتی در زراعت کلزا باعث افزایش ۸۱ درصدی کارایی مصرف آب و کاهش ٤٦ درصدی در مصرف آب می‌شود ولی دارای توجیه اقتصادی نیست.

قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۱) در مقایسه دو سیستم آبیاری تیپ و جویچه‌ای در زراعت بذر چغندرقند بیان داشتند که با بهره‌گیری از سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) حجم کل آب آبیاری نسبت به سیستم جویچه‌ای، حدود ۵۰ درصد کاهش یافت و میزان کارایی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای حدود ۰/۵۹ کیلوگرم بر متر مکعب (بیش از دو برابر روش جویچه‌ای) برآورد شد. تحلیل اقتصادی نیز حاکی از اقتصادی بودن روش آبیاری قطره‌ای در تولید چغندر بذری بود. نتایج تحقیق قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که آبیاری قطره-ای (تیپ) در زراعت سیر، ضمن عدم کاهش معنی‌دار عملکرد و کاهش ۵۰ درصدی آب آبیاری، باعث ارتقاء کارایی مصرف آب می‌شود. میزان کارایی مصرف آب در دو سیستم آبیاری نشتی و قطره‌ای به ترتیب ۲/٦ و ۵/۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب گزارش شد. صمدوند و همکاران (۱۳۹۳) بیان داشتند که به‌کارگیری سیستم

آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) در زراعت دانه‌ای در میاندوآب در مقایسه با سیستم آبیاری نشتی ضمن صرفه-جویی در مصرف آب و بدون کاهش شدید عملکرد باعث افزایش ۵۷/۱ درصدی کارایی مصرف آب گردید. پالتینیو و همکاران (۱۹۹٤) به ارزیابی سه روش آبیاری قطره‌ای، بارانی و جویچه¬ای در گندم زمستانه پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در آبیاری قطره‌ای و به میزان ٦/٦ تن در هکتار و ۲/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شد. اویس و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی اثر برنامه آبیاری کامل و تکمیلی بر محصول و کارآیی مصرف آب در گندم نتیجه گرفتند که آبیاری تکمیلی نسبت به آبیاری کامل دارای کارآیی مصرف آب بیشتری است. گنگ و همکاران (۲۰۰۱) اثرات آبیاری بارانی را بر کارآیی مصرف آب درگندم زمستانه مورد بررسی قرار دادند.

نتایج آنها نشان داد که در مقایسه با آبیاری نواری، آبیاری بارانی سبب افزایش کارآیی مصرف آب در گندم زمستانه می‌گردد. لی فنگ و همکاران (۲۰۰۱) با مقایسه اثر سه رژیم آبیاری براساس کسرهای متفاوت رطوبت در لایه‌های بالایی و پایینی خاک منطقه توسعه ریشه گندم بر کارآیی مصرف آب سه ژنوتیپ گندم بهاره نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری در زمانی که ٦۰-۵۰ درصد کل آب قابل دسترس خاک لایه پایینی مصرف شده باشد حداکثر کارآیی مصرف آب بدست می‌آید. قانی و همکاران (۲۰۰۱) طی ارزیابی‌های خود نشان دادند که کارآیی مصرف آب در روش آبیاری بارانی و سطحی در گندم به ترتیب برابر با ۱/۷۷ و ۰/۸۹۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود. چوداری و همکاران (۲۰۰۲) به بررسی پاسخ گندم به تعداد آبیاری، مقدار آب آبیاری و استفاده از اسپری ضد تعرق پرداختند. آنها دریافتند که بیشترین عملکرد دانه در گندم با تعداد شش نوبت آبیاری که در مراحل رشد توصیه شده اعمال گردیده بود حاصل شد. اما این مقدار با تعداد پنج نوبت آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت، اما از تعداد چهار نوبت آبیاری بصورت معنی-داری برتر بود. تغییرات میزان آب آبیاری نیز سبب مشاهده روند مشابهی گردید. وانگ و همکاران (۲۰۰٤) به مقایسه سیستم آبیاری غرقابی و جویچه¬ای(جویچه¬ای) در چین پرداختند. آنها دریافتند که آبیاری غرقابی در گندم زمستانه دارای کارآیی مصرف آب پایین بوده و سبب کاهش کارآیی مصرف نیتروژن می‌گردد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که آبیاری جویچه‌ای باعث کاهش میزان آب مصرفی به میزان ۳۰ درصد نسبت به روش غرقابی و افزایش کارایی مصرف آب می‌شود. با توجه به خشکسالی‌های اخیر و بحران آب، انجام تحقیقاتی در راستای استفاده بهینه از منابع محدود آب در شرایط استان همدان ضروری به نظر می‌رسد لذا این تحقیق به منظور بررسی فنی- اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار (قطره‌ای-تیپ و بارانی) در مقایسه با آبیاری جویچه¬ای در زراعت گندم در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی اکباتان واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی همدان با طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا، طی دو سال ۸۷-۱۳۸٦ و ۸۸-۱۳۸۷ انجام گرفت. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی، روش آبیاری شامل بارانی، قطره‌ای (تیپ) و جویچه‌ای و در کرت‌های فرعی ارقام گندم شامل الوند، توس و دو لاین پیشرفته C-81-4 و CD-5009 مورد ارزیابی قرار گرفتند. آرایش آبپاش‌ها ۱۲×۱۵ متر و آبپاش *VIR 35* استفاده شد و نوار تیپ مورد استفاده در دوسال انجام تحقیق از نوع بغل دوخت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر با دبی دو لیتر در ساعت استفاده شد.

طول هر کرت اصلی ۳۰ متر و عرض آن ۱۲ متر در نظر گرفته شد. هر رقم در چهار پشته به عرض ٦۱/٥ سانتی-متر، و روی هر پشته، سه ردیف کشت منظور شد. فاصله بین کرت‌های متوالی در هر تکرار از هم، هفت متر و فواصل بین بلوک‌ها ۱۸ متر در نظر گرفته شد. تاریخ کشت در سال اول و دوم تحقیق به ترتیب ۲۵ و ۲۸ مهر ماه بود. میزان کود مصرفی اوره به مقدار ۱۲۰ کیلو در هکتار همزمان با کاشت و مقدار ٦۰ کیلو به صورت سرک در اواسط پنجه‌زنی در بهار استفاده شد، همچنین کود فسفاته از منبع سوپر فسفات به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت بکار رفت. دور آبیاری در دو سیستم بارانی و جویچه‌ای بر اساس عرف منطقه (هفت روز یکبار) و در سیستم آبیاری قطره‌ای دو روز دو روز یکبار منظور شد. جهت محاسبه نیاز آبی از فرمول پنمن مانتیث اصلاح شده استفاده شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

جهت استفاده از فرمول پنمن مانتیث اصلاح شده، پارامترهای مورد نیاز از جمله دمای حداکثر و حداقل، رطوبت نسبی حداکثر و حداقل، سرعت باد و ساعات آفتابی بصورت روزانه از ایستگاه هواشناسی فرودگاه همدان (با طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۳۲ دقیقه و با عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۵۲ دقیقه و با ارتفاع ۱۷٤۲ متر از سطح دریا) اخذ و با استفاده از نرم افزار Cropwat تبخیر – تعرق پتانسیل محاسبه گردید. جهت محاسبه بارندگی موثر از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) استفاده شد.

$$Pe = \frac{P_{tot} \times (125 - 0.2 * P_{tot})}{125} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق:

Pe: میزان بارندگی موثر برحسب میلیمتر و P_{tot} باران کل ماهانه (mm) است میزان راندمان آبیاری در سیستم آبیاری جویچه‌ای، بارانی و قطره‌ای به‌ترتیب ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد منظور شد. حجم آب آبیاری در دو روش آبیاری قطره‌ای و بارانی با کنتور حجمی و در سیستم آبیاری جویچه‌ای با فلوم W.S.C اندازه‌گیری شد. همچنین پارامترهایی نظیر تعداد روز تا سنبله‌دهی (DHE)، تعداد روز تا رسیدگی (DMA)، ارتفاع بوته (PLH) و وزن هزار دانه (TKW) مورد بررسی قرار گرفت. تاریخ کاشت و برداشت محصول در سال اول تحقیق به‌ترتیب ۱۰ مهرماه ۱۳۸۵ و ۲۰ تیر ماه ۱۳۸٦ و در سال دوم پژوهش، ۳۰ مهرماه ۱۳۸٦ و ۱٤ تیرماه ۱۳۸۷ بود. در پایان فصل زراعی با تعیین عملکرد دانه هر کرت و میزان آب مصرفی، میزان بهره‌وری مصرف آب آبیاری، بهره‌وری مصرف مجموع آب آبیاری و بارندگی با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

$$WP_i = \frac{Y}{I} \qquad (۲)$$

$$WP_{i+p} = \frac{Y}{I+P} \qquad (۳)$$

که در آن‌ها:

WP: بهره‌وری مصرف آب ($Kg.m^{-3}$)، Y: میزان عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)، I: حجم آب آبیاری (m^3)، P: حجم بارندگی (m^3). رابطه ۱ و ۲ به ترتیب نشان‌دهنده بهره-وری مصرف آب آبیاری و بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارندگی است. در تحلیل اقتصادی با استفاده از اطلاعات سال ۱۳۹٤ در زمینه قیمت و هزینه تولید محصول و هزینه‌های سرمایه‌گذاری در سیستم‌های آبیاری به مقایسه اقتصادی سه روش آبیاری تیپ، بارانی و جویچه ی پرداخته شده است. شاخص‌های مورد استفاده بصورت زیر می باشد (بلنک و تارکوین[1]، ۱۹۹۸).

ارزش حال خالص[2] (NPV)

$$NPV = \sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \qquad (٤)$$

معیاری است که با توجه به نرخ تنزیل ارزش فعلی خالص پروژه‌ها را محاسبه می‌کند. در صورتیکه حاصل فوق مثبت باشد حاکی از توجیه پذیری اقتصادی طرح است. (i نشان‌دهنده عمر مفید پروژه از ۱ تا ۱۵ متغیر است).

[1] Blank & Tarquin,
[2] Net Present Value

نسبت منفعت به هزینه[1] ($\frac{B}{C}$)

$$\frac{B}{C}=\frac{\sum B_i/(1+r)^i}{\sum C_i/(1+r)^i} \quad (۵)$$

i=1,.....15. (عمر پروژه) معیاری است که نسبت مجموع ارزش حال منافع را به مجموع ارزش حال هزینه‌ها در نرخ تنزیل معین محاسبه می‌نماید. در روابط فوق Bi و Ci به ترتیب نشان‌دهنده هزینه و درآمد در سال i ام و r نرخ تنزیل است و i نشان‌دهنده عمر پروژه از ۱ تا ۱۵ متغیر است.

به منظور تعیین تغییرات مقدار خالص سود و زیان ناشی از روش‌های مختلف آبیاری از روش بودجه-بندی جزئی استفاده شد (بلنک و تارکوین، ۱۹۹۸). برای این منظور با استفاده از رابطه شماره (٦) تغییرات هزینه و درآمد ایجاد شده در اثر تکنولوژی جدید در مقایسه با روش جویچه¬ای محاسبه و مورد مقایسه اقتصادی قرار گرفت.

$$\pi = TR-TC \quad (٦)$$

که در آن:

TR و TC به ترتیب تغییرات درآمد و تغییرات هزینه است. مقدار مثبت و یا منفی π نشان‌دهنده سود و زیان حاصل از تغییرات ایجاد شده در واحد تولیدی است. در خاتمه تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

در محاسبه سود لازم است که کلیه هزینه‌های جاری و سرمایه‌ای در روش‌های آبیاری مورد بررسی قرارگیرد. هزینه‌ها شامل هزینه سیستم‌ها، هزینه تعمیر و نگهداری، هزینه تولید در مراحل کاشت، داشت و برداشت و همینطور هزینه آب و آبیاری است. در این بررسی از اطلاعات مزرعه آزمایشی استفاده شده است. میزان درآمد ناخالص تیمارها از حاصلضرب عملکرد در قیمت هر واحد از محصول بدست می آید. بدین ترتیب با کسر هزینه های هر یک از تیمارها از درآمد ناخالص میزان سود و یا زیان محاسبه شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مختلف مورد ارزیابی در سیستم‌های مختلف آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج بیانگر عدم معنی‌دار شدن اثرات آبیاری، رقم، سال، و اثرات متقابل آنها در اکثر صفات مورد ارزیابی بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر سیستم‌های مختلف آبیاری بر تعداد روز تا سنبله‌دهی (DHE)، تعداد روز تا رسیدگی (DMA)، ارتفاع بوته (PLH) و وزن هزار دانه (TKW) معنی‌دار نبوده و همگی در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. نکته قابل توجه اینکه میزان اختلاف عملکرد در آبیاری تیپ و جویچه‌ای حدود یک تن در هکتار برآورد گردیده است هرچند این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج تحقیق ترکمان و همکاران (۱۳۸۵) نیز بیانگر افزایش عملکرد دانه گندم در آبیاری تیپ نسبت به روش آبیاری نشتی بود که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل سال در نوع سیستم آبیاری در خصوص صفت عملکرد نشان داد که بیشترین عملکرد با استفاده از آبیاری بارانی در سال دوم حاصل گردید و اختلاف معنی‌داری با آبیاری تیپ در سال دوم نداشت (جدول ٤). از نکات قابل استحصال از جدول ٤ میتوان به موارد زیر اشاره نمود، که پایدارترین آبیاری در دو سال مورد ارزیابی آبیاری تیپ بوده که اختلاف معنی-داری در سال‌های مورد ارزیابی نشان نداد. هر چند عدم اختلاف معنی‌دار در آبیاری جویچه‌ای در دو سال مورد ارزیابی نیز محرز است اما همانگونه که ملاحظه می‌گردد میزان عملکرد در این نوع آبیاری کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده است (جدول ٤). آبیاری بارانی به صرف وابسته بودن به میزان شدت باد و طول مدت آن می‌تواند یکنواختی آبیاری و بالتبع میزان عملکرد را به شدت تحت تاثیر قرار دهد. مقایسه میانگین عملکرد دانه

[1] Benefit-Cost Ratio

در ارقام و لاین‌های مختلف نشان داد که که کمترین عملکرد در ارقام الوند و توس و بیشترین عملکرد در لاین CD-5009 مشاهده شد هر چند علیرغم اختلاف عملکردی حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول٤).

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

سال	Ec	PH	کربن الی	نیترات کل	فسفر	پتاسیم	وزن مخصوص	ظرفیت زراعی	پژمردگی	بافت خاک
	(ds/m)		(mg/lit)				($kg.m^{-3}$)	(درصد وزنی)	(درصد وزنی)	
۱۳۸۵-۸۶	۰/۵۸	۸/۲۶	۰/۹۱	۰/۱۵	۹/۴	۳۴۸	۱/۴۳	۲۰/۷	۹/۶	L
۱۳۸۶-۸۷	۰/۳۷	۸/۳	۰/۵۵	۰/۰۵	۹/۱	۳۶۵	۱/۳۵	۲۵/۷	۱۳/۲	CL

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در سیستم‌های متفاوت آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد روز تا سنبله‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (Cm)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
سال	۱	۴۳۵**	۲۸/۱۳	۱۹۸۴/۵	۴۲۰	۸۸۶۴۳۰۳
تکرار×سال	۴	۴/۷۹	۲۲/۹۶	۵۹/۶۵	۳۹/۵۱	۴۲۵۵۱۲۰
آبیاری	۲	۳/۱۷	۳/۱۷	۲۹/۵۵	۳/۱۷	۱۱۰۲۰۵۱۶
سال×آبیاری	۲	۱/۱۷	۴/۷	۱۴۸/۷	۰/۱۶	۹۴۸۳۱۶۶*
آبیاری×سال×تکرار	۸	۰/۴۶	۹/۷	۱۳۲/۴	۴۸/۵۹	۱۴۲۲۳۱۸
رقم	۳	۳/۲۴	۱۲/۴	۵۵۷	۱/۶۱	۹۲۰۰۱۸
آبیاری×رقم	۶	۰/۱۱	۲/۰۹	۲۳/۴۲	۶۱/۶۹*	۴۵۱۶۴۷
سال×رقم	۳	۳/۳۸*	۸/۹	۴۸۰/۸۳**	۵۰/۷۰	۲۱۹۱۲۴۵
سال×آبیاری×رقم	۶	۰/۴۸	۱/۹	۴۰/۶۱	۱۳	۵۷۹۸۱۴
اشتباه کل	۳۶	۰/۶۶۲۰	۱/۹۸	۵۱	۱۸/۳۲	۵۲۴۸۷۶/۶
کل	۷۱	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)	–	۰/۶۰	۰/۷۵	۸/۸۴	۱۰/۱۸	۱۴/۴۹

* و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف در سیستم‌های متفاوت آبیاری به روش دانکن در سطح ۵٪

نوع آبیاری	میانگین DHE*	میانگین DMA*	میانگین PLH* (Cm)	میانگین TKW* (گرم)	میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)
جویچه‌ای	۱۳۶/۳ a	۱۸۷ a	۸۰/۲ a	۴۱/۷ a	۴۲۱۷/۷ a
بارانی	۱۳۶/۴ a	۱۸۷/۶ a	۸۲ a	۴۲/۴ a	۵۳۸۷ a
تیپ	۱۳۵/۷ a	۱۸۶/۹ a	۸۰ a	۴۲ a	۵۳۹۵/۶ a

*DHE: تعداد روز تا سنبله‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه

خصوصیات رقم از جمله ارتفاع آنها یکی از عوامل تاثیرگذار در کارآیی نوع سیستم آبیاری بکار رفته محسوب می‌گردد. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل نوع سیستم آبیاری در رقم به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در روش آبیاری بارانی در لاین CD-5009 قابل مشاهده است (۵۹۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار) هرچند اختلاف معنی‌داری با روش‌های آبیاری بارانی و تیپ در سایر ارقام/لاین‌ها مشاهده نشد (جدول ٦). از سویی دیگر در روش جویچه‌ای نیز بین ارقام/لاین‌ها اختلاف معنی‌داری از لحاظ صفت عملکرد مشاهده نشد (جدول ٦).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سال× نوع سیستم آبیاری به روش دانکن در سطح ۵٪

سال×آبیاری	میانگین DHE*	میانگین DMA*	میانگین PLH* (Cm)	میانگین TKW* (گرم)	میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
سال اول× جویچه¬ای	۱۳۸/۵ a	۱۸۸ a	۸۴/۵ a	۴۶/۶ a	۴۵۴۸/۶ c
سال اول×بارانی	۱۳۹ a	۱۸۸ a	۸۵/۵ a	۴۳/۵ ab	۴۴۷۹/۷ c
سال اول×تیپ	۱۳۸ a	۱۸۷ a	۸۸ a	۴۳ ab	۴۹۱۹/۶ bc
سال دوم× جویچه¬ای	۱۳۴ b	۱۸۵/۹ a	۷۶ ab	۳۶/۸ b	۳۸۸۶/۹ c
سال دوم×بارانی	۱۳۳/۸ b	۱۸۷ a	۷۸/۶ ab	۴۱/۳ ab	۶۲۹۴/۷ a
سال دوم×تیپ	۱۳۳ b	۱۸۶/۷ a	۷۲ b	۴۰/۷ ab	۵۸۷۱/۶ ab

*DHE: تعداد روز تا سنبله‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به روش دانکن در سطح ۵٪

رقم	میانگین DHE*	میانگین DMA*	میانگین PLH* (Cm)	میانگین TKW* (گرم)	میانگین عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)
الوند	۱۳۶/۵ a	۱۸۸/۴ a	۸۷ a	۴۱/۶ a	۵۰۴۰ a
توس	۱۳۶/۴ a	۱۸۶/۸ a	۸۲/۸ a	۴۲ a	۵۰۱۷ a
C-81-4	۱۳۵/۶ a	۱۸۶/۸ a	۷۹/۴ a	۴۲ a	۴۶۹۷/۹ a
CD-5009	۱۳۵/۹ a	۱۸۶/۶ a	۷۳/۹ a	۴۲ a	۵۲۴۵ a

*DHE: تعداد روز تا سنبله‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع سیستم آبیاری× رقم به روش دانکن در سطح ۵٪

آبیاری×رقم	میانگین DHE*	میانگین DMA*	میانگین PLH* (Cm)	میانگین TKW* (گرم)	میانگین عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)
جویچه¬ای×الوند	۱۳۶/۷ a	۱۸۸/۸ a	۸۴/۵ abc	۴۱/۶ abc	۴۳۵۴/۶ cde
جویچه¬ای× توس	۱۳۶/۷ a	۱۸۶/۳ c	۸۵ abc	۳۹/۵ bc	۴۰۸۳/۹ de
C-81-4 جویچه¬ای×	۱۳۵/۷ ab	۱۸۶/۲ c	۷۹/۶ bcde	۴۱ abc	۳۸۴۱/۹ e
CD-5009 جویچه¬ای×	۱۳۶ ab	۱۸۶/۸ abc	۷۱/۸ e	۴۴/۷ ab	۴۵۹۰/۵ bcde
بارانی× الوند	۱۳۶/۷ a	۱۸۸/۵ ab	۸۹/۸ a	۴۰/۵ abc	۵۲۳۲ abc
بارانی× توس	۱۳۶/۷ a	۱۸۷/۸ abc	۸۳ abcd	۴۱/۷ abc	۵۴۵۱/۹ abc
بارانی× C-81-4	۱۳۵/۸ ab	۱۸۷ abc	۷۹/۵ bcde	۴۲/۸ ab	۴۹۳۷/۲ abcde
بارانی× CD-5009	۱۳۶/۳ ab	۱۸۷ abc	۷۶ cde	۴۴/۸ ab	۵۹۲۷/۷ a
تیپ× الوند	۱۳۶/۲ ab	۱۸۸ abc	۸۶/۸ ab	۴۲/۷ ab	۵۵۳۴/۴ ab
تیپ× توس	۱۳۶ ab	۱۸۶/۵ bc	۸۰/۵ abcde	۴۵ a	۵۵۱۵/۷ ab
تیپ× C-81-4	۱۳۵/۳ b	۱۸۷/۳ abc	۷۹ bcde	۴۳ ab	۵۳۱۴/۶ abc
تیپ× CD-5009	۱۳۵/۳ b	۱۸۶ c	۷۳/۸ de	۳۶/۸ c	۵۲۱۷/۶ abcd

*DHE: تعداد روز تا سنبله‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه

حجم آب مصرفی و کارآیی مصرف آب

با توجه به نتایج بدست آمده حجم آب آبیاری در هریک از سیستم‌های آبیاری طی سال دوم به مراتب بیشتر از سال اول بوده است. که این امر ناشی از وجود بارندگی‌هایی است که طی سال اول انجام پروژه رخ داده و باعث شد که آبیاری‌های اولیه در فصل بهار تا اوایل خرداد ماه انجام نگیرد. در صورتیکه در سال دوم انجام آبیاری پروژه از دهم اردیبهشت ماه شروع گردید (جدول ۷).میانگین دو ساله حجم آب آبیاری، حجم آب مصرفی به اضافه بارندگی مؤثر، عملکرد و کارآیی مصرف آب در جدول ٦ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، بیشترین حجم آب آبیاری مربوط به روش جویچه¬ای با ٦١٢٦/٢ متر مکعب در هکتار می‌باشد. حجم آب مصرفی در دو روش آبیاری تیپ و بارانی به ترتیب ۳۳۷۳/۳ و ٤٨٦٣/٧ مترمکعب در هکتار است. بدین ترتیب آبیاری تیپ و بارانی نسبت به روش جویچه¬ای به ترتیب باعث

کاهش ٤٥ و ٢١ درصدی در حجم آب آبیاری شده است که با نتایج قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۹۱)، صمدی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

مقدار بهره‌وری مصرف آب آبیاری در روش آبیاری تیپ، بارانی و جویچه¬ای (بدون در نظر گرفتن بارندگی مؤثر) به‌ترتیب ۱/٦، ۱/۱ و ۰/٦۹ کیلوگرم به ازای واحد آب مصرفی می‌باشد. به عبارتی آبیاری تیپ باعث افزایش ۱۳۲ و ٤٥ درصدی کارآیی مصرف آب نسبت به روش جویچه¬ای و بارانی گردیده است. این امر با نتایج قدمی و همکاران (۱۳۸٤)، پالتینیو و همکاران (۱۹۹٤) و گنگ وهمکاران (۲۰۰٤) مطابقت دارد. در شکل ۱ حجم آب مصرفی و کارآیی مصرف آب مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. همچنین مقدار کارایی مصرف آب بر اساس آب آبیاری و بارندگی مؤثر در جدول ۷ آمده است. که نشان می‌دهد مقدار کارایی مصرف آب (با در نظر گرفتن بارندگی مؤثر) در سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای، بارانی و تیپ نسبت به بدون اعمال بارندگی مؤثر به ترتیب ۱٤، ۱٦ و ۲۳ درصد کاهش یافته است.

تحلیل اقتصادی پروژه

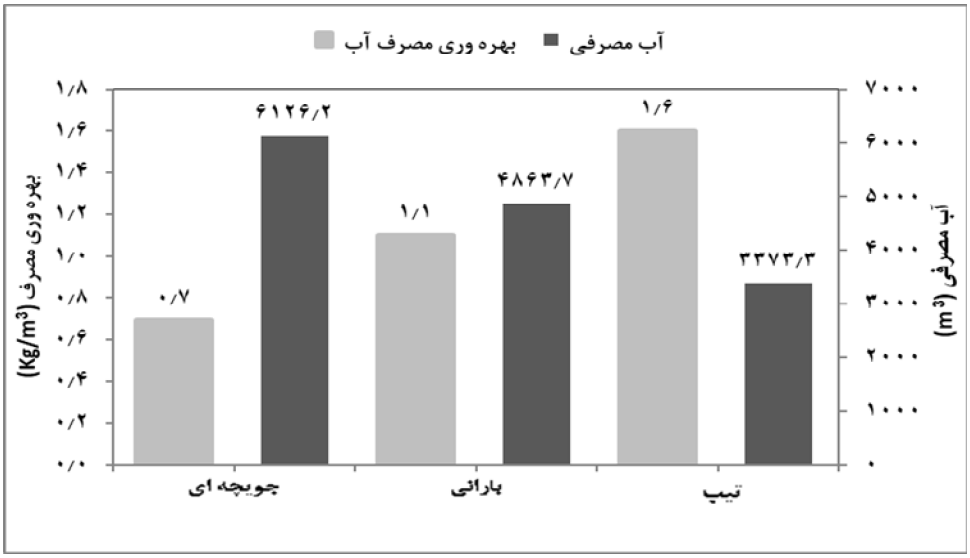
به منظور انجام تحلیل اقتصادی، متوسط میانگین عملکرد و میزان آب مصرفی ارقام مختلف گندم در طی دو سال اجرای طرح در نظر گرفته شده است. همانطور که اشاره شد میزان کاهش آب مصرفی در دو روش آبیاری تیپ و بارانی نسبت به روش جویچه‌ای به ترتیب ۲۷۵۲/٦ و ۱۲٦۲/۳ متر مکعب در هکتار است (جدول ۷).

به دلیل اینکه در منطقه مورد مطالعه، بهره‌برداران از آب صرفه جویی شده در افزایش سطح زیر کشت استفاده می‌کنند، در این مطالعه به این موضوع توجه شده است. بنابراین با مقدار آب صرفه‌جویی شده نسبت به روش جویچه‌ی می توان سطح بیشتری از اراضی را به کشت آبی تبدیل کرد. این میزان افزایش سطح زیر کشت در روش آبیاری تیپ و بارانی نسبت به روش جویچه‌ای به ترتیب ۱/۸ و ۱/۳ هکتار می‌باشد. مبنای محاسبه هزینه روش آبیاری بارانی (کلاسیک) و تیپ به ترتیب بر اساس هزینه اولیه ۵۵۰۰۰۰۰۰ و ٤٥۰۰۰۰۰۰ ریال در هکتار در نظر گرفته شده است. به منظور مقایسه دو سیستم آبیاری، هزینه سرمایه‌ای و هزینه نگهداری (جاری) اطلاعات سال ۱۳۹٤ مورد ملاک قرار گرفته است، به این ترتیب هزینه سیستم آبیاری بارانی و تیپ نسبت به روش جویچه‌ی در سطوح اشاره شده به ترتیب ٦٦۷٥۸۸۰ و ٤۲۱۳۳٥۲۰ ریال افزایش می‌یابد .

با استفاده از روش بودجه بندی جزئی به مقایسه دو روش آبیاری ذکر شده با روش جویچه‌ی پرداخته شده است. با توجه به معنی‌دار نبودن عملکرد ارقام محاسبات اقتصادی برای میانگین ارقام انجام شده است. در این رابطه تغییرات درآمد و تغییرات هزینه در روش‌های مختلف آبیاری لحاظ شده است. تغییرات درآمد ناشی از اختلاف عملکرد در قیمت محصول در روش‌های آبیاری نسبت به روش شاهد (آبیاری جویچه‌ی) است. در این محاسبات قیمت گندم ۱۱٥۰۰ ریال برای هر کیلوگرم منظور شده است. در تغییرات هزینه، اختلاف هزینه‌های سیتم آبیاری کلاسیک و تیپ نسبت به ابیاری جویچه‌ی مورد محاسبه قرار گرفته است. این محاسبات در جدول ۸ ملاحظه می‌شود. همانطور که از نتایج مشاهده می‌شود به علت هزینه بالای سیستم تیپ استفاده از این روش در مزرعه در سال‌های ابتدایی مقرون به صرفه نخواهد بود. محاسبات برای تمام ارقام گندم نشان می‌دهد که در صورت استفاده از روش تیپ، درآمد مزرعه کاهش می-یابد. به طور متوسط این رقم ۷٥۱۱۷۰۰ ریال برآورد شده است (جدول ۸). محاسبه نتایج در روش آبیاری کلاسیک نشان می‌دهد که تغییرات درآمد بیش از تغییرات هزینه آن است. به عبارت دیگر استفاده از سیستم آبیاری کلاسیک بجای روش جویچه‌ی به طور متوسط منجر به افزایش درآمد خالص به میزان ۷۱۲۱۰٦۹ ریال می‌شود.

جدول ۷- حجم آب مصرفی در طول فصل زراعی، عملکرد و کارآیی مصرف آب

ردیف	آبیاری	عملکرد (kg/ha)	حجم آب آبیاری (m^3/ha)			حجم آب آبیاری+ بارندگی مؤثر(m^3/ha)			بهره‌وری مصرف آب آبیاری (kg/m^3)	بهره‌وری مصرف آب آبیاری+ بارندگی موثر (kg/m^3)
			سال اول	سال دوم	میانگین	سال اول	سال دوم	میانگین		
۱	جویچه‌ای	۴۲۱۷/۷	۵۱۲۳/۱	۷۱۲۸/۸	۶۱۲۶/۲	۶۹۴۴/۲	۷۳۴۵/۴	۷۱۴۴/۸	۰/۶۹	۰/۵۹
۲	بارانی	۵۳۸۷	۳۴۸۲/۴	۶۲۴۵	۴۸۶۳/۷	۵۳۰۳/۵	۶۴۶۱/۶	۵۸۸۲/۵	۱/۱	۰/۹۲
۳	تیپ	۵۳۹۵/۶	۲۵۱۷/۷	۴۲۲۹	۳۳۷۳/۳	۴۳۳۸/۸	۴۴۴۵/۶	۴۳۹۲/۵	۱/۶	۱/۲۳



شکل ۱- حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب در هر یک از سیستم‌های مختلف آبیاری

جدول ۸- تغییرات درآمد و هزینه روش آبیاری تیپ و بارانی نسبت به روش جویچه ی (واحد: ریال)

روش آبیاری	سطح(هکتار)	تغییرات درآمد	تغییرات هزینه	درآمد خالص
تیپ	۱/۸	۱۵۶۸۸۳۰۰	۲۳۲۰۰۰۰۰	-۷۵۱۱۷۰۰
بارانی(کلاسیک)	۱/۳	۱۸۲۱۰۶۹	۵۳۰۰۰۰۰	۷۱۲۱۰۶۹

به دلیل اینکه سیستم‌های مورد بحث دارای عمر بیش از یک سال هستند و باید منافع سال‌های آتی را مد نظر قرار داد. برای این منظور از معیارهای اقتصاد مهندسی شامل ارزش حال درآمد خالص و نسبت منفعت به هزینه جهت مقایسه روش‌های آبیاری استفاده شده است. در این روش یک دوره ۱۵ ساله جهت محاسبات در نظر گرفته شده است. همچنین با در نظر گرفتن نرخ بهره تسهیلات بخش کشاورزی و سرمایه شخصی کشاورز نرخ تنزیل بطور متوسط ۱۷ درصد منظور شده است. نتایج بررسی ارزش حال درآمد خالص و نسبت منفعت به هزینه نشان داد که استفاده از هر دو روش آبیاری دارای توجیه اقتصادی است (جدول ۹). نسبت منفعت به هزینه برای تمام ارقام در هر دو روش بالاتر از یک است، البته در روش بارانی با متوسط عدد ۳/۲۶ بهتر از روش تیپ با عدد ۲/۰۵ است. این شاخص نیز نشان می‌دهد که اولا بکارگیری دو روش دارای توجیه اقتصادی است، ثانیاً روش آبیاری بارانی نسبت به روش تیپ ارجح می‌باشد (جدول ۹). ترک‌نژاد و همکاران ۱۳۸۵ به نتایج مشابهی دست یافته‌اند.

جدول۹- ارزش حال خالص و نسبت منفعت به هزینه دو روش آبیاری تیپ و بارانی (واحد: ریال)

روش آبیاری	ارزش حال خالص درآمد	نسبت منفعت به هزینه
تیپ	۱۶۹۰۳۹۰۳۲	۲/۰۵
بارانی(کلاسیک)	۲۲۸۷۲۷۱۹۶	۳/۲۶

نتیجه‌گیری

با توجه به محدویت منابع آب و خشکسالی‌های اخیر ارزیابی سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که سیستم آبیاری تیپ و بارانی از دیدگاه افزایش محصول بدون در نظر گرفتن میزان آب مصرفی نه تنها باعث کاهش عملکرد محصول نشدند بلکه میانگین عملکرد محصول را افزایش دادند. بطوریکه اختلاف عملکرد بین سیستم آبیاری تیپ و جویچه‌ای حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. البته با در نظر گرفتن میزان بهره‌وری مصرف آب به عنوان معیار مقایسه سیستم‌های آبیاری ارجحیت سیستم‌های آبیاری تحت فشار دو چندان شده و نشان می‌دهد که سیستم آبیاری تیپ دارای بیشترین بهره‌وری مصرف آب با $kg.m^{-3}$ ۱/٦ و بدنبال آن آبیاری بارانی با $kg.m^{-3}$ ۱/۱ و جویچه‌ای با $kg.m^{-3}$ ۰/٦۹ قرار داشتند، بنابراین اجرای سیستم‌های آبیاری تیپ در زراعت گندم و استان همدان قابل توصیه است. ارزیابی اقتصادی نشان داد که استفاده از هر دو روش آبیاری بارانی و تیپ بجای روش جویچه‌ای برای تمامی ارقام گندم مورد استفاده دارای توجیه اقتصادی است. البته روش آبیاری بارانی نسبت به تیپ از لحاظ اقتصادی ارجح می‌باشد.

فهرست منابع

۱. پورملکشاه، ا. ۱۳۸٦. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و لاین‌های گندم بهاره ساحل خزر. پایا ننامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل. ۱۱۰ صفحه.

۲. ترک نژاد، ا. آقایی، م. جعفری، ح. شیروانی، ع.ر. روئینتن، ر. نعمتی، ع. و شهبازی، خ. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی واقتصادی روش آبیاری قطره‌ای درگندم ومقایسه آن با روش آبیاری سطحی، پژوهش و سازندگی در زارعت و باغبانی، ۷۲: ۳٦-٤٤.

۳. شرکت آب منطقه‌ای همدان. ۱۳۹٤. سیمای آب در استان همدان.

٤. صمدوند، س.، تاجبخش، م.، انوری، ک. و احمدآلی، ج. ۱۳۹۳. تاثیر سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) و نشتی در کشت یک و دو ردیفه بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک / سال هجدهم / شماره هفتاد: ۱۱۹-۱۱۳.

۵. قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۸٤. مدیریت بهره برداری از سیستمهای مختلف آبیاری (مطالعه موردی: دشت قهاوند همدان). دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک-کرمان

٦. قدمی فیروزآبادی، ع.، نصرتی، ع. ه. و زارع ابیانه، ح. ۱۳۹۱. بررسی اثر دو سیستم آبیاری قطره‌ای و نشتی بر عملکرد، اجزای عملکرد بر توده سیر همدان. نشریه پژوهش و سازندگی(زراعت). شماره ٦۷:۹٤-٦۰.

۷. قدمی فیروزآبادی، ع.، سیدان، س. م. و مظاهری لقب، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی فنی و اقتصادی اثر دو روش آبیاری قطره ای (تیپ) و شیاری بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در چهار رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد سیزدهم، شماره ۲.

۸. قدمی فیروزآبادی، ع.، میرزایی، م، ر. و سیدان، س. م. ۱۳۹۱. اثر آبیاری قطره‌ای، جویچه‌ای و کود شیمیایی در تولید بذر چغندر قند. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۶، شماره ۱: ۲۸-۱۳.

۹. وزیری، ژ. ۱۳۷۹. تعیین مراحل مقاوم به خشکی در گندم با هدف بهینه‌سازی کم‌آبیاری. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. مجله خاک و آب، ویژه نامه آبیاری، شمار ۱۰، جلد ۱۲، صفحات ۱۹-۷.

10. 10-Allen, R. G., Pereira, L. A., Raes, D., and Smith, M. 1998. "Crop evapotranspiration." FAO irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome.

11. 11 Choudhary, A.A., Dahatonde, B.N., Kalaskar, A.P., and Bansod, R.S. 2002. Response of wheat to irrigation frequency, quantity of irrigation water and spraying of anti transparent. Journal of Soils and Crops. 12:1, 56-58.

12. 12- Ghani, A., Yasin, M., Shahid, A., Ahmad, M.M., and Ashraf, M. 2001. Comparative performance of sprinkle and surface irrigation methods. Sarhad Journal of Agricultural. 17: 4, 601-608.

13. 13- Gong, F., Chen, F., Yang, XG., and Yuan, LJ. 2001. Effects of sprinkle irrigation on water use of winter wheat. Journal of China Agricultural University. 6: 5, 30-34.

14. 14- Li Feng, M., Xun Y., Feng-Rui L, and An-Hong G. 2001. Effects of different water supply regimes on water use and yield performance of spring wheat in a simulated semi-arid environment. Agricultural Water Management, Vol.47 (1): 25-35.

15. 15- Oweis, T., H. Zhang, and M. Pala. 2000. Water use efficiency of reined and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. Agron. J. 92: 231-238.

16. 16- Paltineanu, I.C., Negrila, C., Negrila, C.E., Craciun, M., and Craciun, I. 1994. Long term trials on irrigated field crops in semiarid area of Romania. Romanian Agricultural Research. 1: 85-92.

17. 17-Wang, F.H., Wang, X.Q., and Sayre, K. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. Field Crops Research. 87: 1, 35-42.