نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۵۸-۴۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 48-58

اثر روش‌های مختلف آبیاری و شیوه‌های کاشت بر بهره‌وری آب و سلامت ارقام تجارتی سیب‌زمینی

حمیدرضا سالمی[۱]- احمد سلیمانی پور[۲]- علیرضا توکلی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۳

چکیده

افزایش سطح زیرکشت ارقام تجارتی سیب‌زمینی در استان اصفهان، کاربرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار را برای رسیدن به بالاترین راندمان آبیاری و بهره‌وری آب ضروری کرده است. این تحقیق به‌صورت طرح آماری کرت‌های دوبار خرد شده نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و طی دو سال (۸۷-۱۳۸۶) اجرا شد. سه روش آبیاری شامل قطره‌ای نواری (تیپ)، بارانی و جویچه‌ای در کرت اصلی، دو روش کاشت یک ردیفه و دو ردیفه به‌عنوان کرت فرعی یکبار خردشده و دو رقم تجارتی سیب‌زمینی در کرت فرعی دوبار خرد شده مورد مقایسه قرار گرفتند. عملکرد محصول، حجم آب مصرفی و عکس‌العمل ارقام نسبت به بیماری‌های مرسوم منطقه ارزیابی گردید. نتایج نشان داد روش آبیاری بارانی با میانگین تولید ۲۶۱۵۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش آبیاری تیپ با تولید ۲۳۹۷۴ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری دارد. بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری تیپ حداکثر و برابر ۴/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد نتایج مقایسه میانگین دو ساله عملکرد بین روش‌های کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با میانگین تولید ۲۴۸۳۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت دو ردیفه با میانگین تولید ۲۲۹۲۷ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌دار دارد. نتایج حاصل از بررسی میزان و شدت آلودگی غده‌های سیب‌زمینی نشان داد که بیشترین میانگین آلودگی اسکب در روش آبیاری جویچه‌ای ۴۷ درصد بیشتر از روش آبیاری بارانی و ۷۸ درصد بیشتر از روش آبیاری تیپ بوده است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، آبیاری بارانی، آبیاری تیپ، آلودگی

مقدمه

امروزه با بهره‌برداری فراوان و بی‌رویه از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، مسئله کمبود آب جنبه بحرانی پیدا کرده است به‌طوری‌که قرن آینده را می‌توان قرن مبارزه با مالکیت منابع آب نام‌گذاری کرد. در اغلب مناطق مملکت، آب یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده افزایش تولید بوده و روش‌های نامناسب آبیاری خصوصاً شیوه‌های سنتی همه ساله حجم فراوانی از آب موجود را هدر می‌دهند. بخش کشاورزی حدود ۷۵ درصد از منابع آب در استان اصفهان را به‌خود تخصیص داده است (۱۳). فریدن با سطح زیر کشت ۱۴۰۰۰ هکتار و تولید معادل ۱۲ درصد سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) کل کشور بیشترین سهم را در تولید این محصول در استان داراست. لذا در این بخش به سامانه‌های آبیاری که آب را با بیشترین بازده کاربرد ممکن به‌کار می‌برند، نیاز می‌باشد. از این رو با توجه به روند توسعه روش‌های آبیاری بارانی و تیپ، مقایسه این سامانه‌ها در استان که از قطب‌های سیب‌زمینی کاری کشور به‌حساب می‌آید الزامی به‌نظر می‌رسد. محل انجام این پژوهش از مناطق ممنوعه از لحاظ برداشت آب از سفره آب زیرزمینی می‌باشند و همواره رقابت بر سر آب از بحران‌های اجتماعی و حتی سیاسی منطقه بوده است. از جمله راه‌حل‌های پیشنهادی برای جلوگیری از وقوع چنین مسائلی توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار به‌جای شیوه‌های سنتی برای محصول سیب‌زمینی بوده است که با استقبال کشاورزان سیب‌زمینی‌کار روبه‌رو بوده است. در این میان همواره این پرسش مطرح بوده که کدامین روش آبیاری، بالاترین راندمان و بیشترین بهره‌وری را دارا بوده است.

کشاورز و حیدری (۹) در مطالعات وسیعی که در سطح کشور

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)
(*- نویسنده مسئول: Email: art.tavakoli@gmail.com)

انجام دادند میزان بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری بارانی، سطحی و تیپ در کشت سیب‌زمینی را به‌ترتیب ۲/۹۵، ۰/۹ و ۳/۳ کیلوگرم بر متر مکعب اعلام کردند. احمدی و همکاران (۱) اصلاح و ارزیابی سامانه‌های آبیاری را، مؤثرترین روش مدیریتی برای تولید غذای پایدار در شرایط بحران آب می‌دانند. البته بهبود سامانه‌های آبیاری از سطحی به بارانی و توسعه کاربرد آن، ارتباط نزدیکی با یکنواختی توزیع آب آبیاری دارد (۱۲ و ۱۴). بدیهی است که همیشه شاخص عملکرد در واحد سطح، شاخص مناسبی برای گزینش تیمار برتر به‌شمار نمی‌رود (۱۶). توکلی (۱۷) ضمن تحلیل نقش مؤثر و کارآمد مدیریت کم‌آبیاری، این مدیریت را راهکاری برای کاهش مصارف غیرمفید و افزایش سهم مصارف مفید معرفی نمود. ایشان تعرق محصول را به‌عنوان مصرف مفید و تلفات حاصل از تبخیر مستقیم و تعرق علف‌های هرز را جزو منابع مصارف غیرمفید برشمرد و اشاره نمودند که تمهیداتی که منجر به توسعه عمقی ریشه گردد سبب افزایش سهم مؤثر خاک در تأمین آب مورد نیاز گیاه می‌گردد.

در پژوهش اخوان و همکاران (۲) در استان همدان بیشترین و کمترین بهره‌وری آب ۴/۶۸ و ۲/۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب به‌ترتیب مربوط به روش آبیاری تیپ و شیاری بود. هم‌چنین نتایج مربوط به مشخصه‌های عملکرد بهره‌وری آب در تیمار کارگذاری نوار تیپ در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته نسبت به کارگذاری روی سطح خاک و کناره‌های پشته رضایت‌بخش‌تر بوده است (۲).

آواری و های‌ویس (۴) در یک مزرعه آزمایشی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی را روی محصول سیب‌زمینی مقایسه کردند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد محصول و بهره‌وری آب تحت سامانه قطره‌ای به‌دست می‌آید (۴). در پژوهش الطاهر و همکاران (۳) با توجه به وابستگی عملکرد محصول و کیفیت سیب‌زمینی به مقدار آب و روش آبیاری بالاترین عملکرد متعلق به سامانه تیپ و حداقل انرژی مصرفی در آبیاری زیرسطحی حاصل شد.

باغانی و همکاران (۵) به منظور بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری و سه آرایش کاشت در آبیاری تیپ بر علمکرد سیب‌زمینی، آزمایشی را در سه منطقه مشهد، اردبیل و دماوند انجام دادند. نتایج نشان داد در هر سه منطقه، تیمار آرایش کاشت دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی متر روی پشته و یک نوار آبیاری بین آنها بیشترین عملکرد قابل ارائه به بازار با غده‌هایی به اندازه ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر را دارا بود. همچنین بهره‌وری آب این تیمار، برتر از سایر آرایش‌های کاشت بود. کاهش سطح تأمین آب آبیاری در زراعت سیب‌زمینی باعث کاهش تولید کل غده گردید.

به منظور حفظ محیط زیست با به حداقل رساندن تلفات آب به‌صورت رواناب سطحی و فرونشت عمقی، تأثیر دو دور آبیاری و آرایش کاشت بر آب مصرفی و بهره‌وری آب در محصولات ردیفی با خاک لومی در دشت‌های نیمه خشک شمالی ایالات متحده مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج تحقیق جابرو و همکاران (۸) نشان داد دور آبیاری تأثیر معنی‌داری در بهره‌وری آب و عملکرد محصول ندارد، لیکن دور آبیاری هفتگی (رایج) با آرایش دو ردیفه نسبت به دورهای آبیاری بالاتر نقش مؤثرتری در حفظ عملکرد محصول پایدار و بهبود بهره‌وری آب همراه با کاهش درآمد خالص اقتصادی داشت.

آزمایش مزرعه‌ای تاکله و چمدا (۱۵) در اتیوپی به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد میوه در هر بوته، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در بوته و ارتفاع بوته) فلفل سبز نشان داد اثر هر دو تیمار آبیاری و روش کاشت بر عملکرد، تعداد میوه در بوته و ارتفاع بوته بسیار معنی‌دار است. مقادیر حداکثر و حداقل عملکرد و اجزای عملکرد به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل با کاشت دو ردیفه و آبیاری به میزان ۵۰ درصد نیازآبی با کاشت دو ردیفه ثبت شد.

به‌منظور افزایش بهره‌وری زمین و راندمان کوددهی (نیتروژن) در کشت نیشکر و سویا الگوهای آرایش کاشت و دو سطح کوددهی در تحقیق ۳ ساله توسط یانگ و همکاران (۱۸) مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که سامانه کاشت دو ردیفه در کشت مخلوط نیشکر و سویا بالاترین بهره‌وری اقتصادی را داراست.

نتایج پژوهش زارع ابیانه و همکاران (۱۹) در منطقه همدان نشان داد تراکم جمعیت آفت تریپس در سامانه آبیاری بارانی کمتر از سامانه آبیاری جویچه‌ای بود. آبیاری بارانی ضمن کاهش جمعیت زنجرک‌ها، کنه دونقطه‌ای را به‌طور کامل از سطح مزرعه سیب‌زمینی حذف نمود. همچنین وزن تر اندام هوایی محصول در سامانه آبیاری بارانی به‌طور چشم‌گیری بیش از آبیاری جویچه‌ای بود. این افزایش عملکرد به‌واسطه سلامتی بوته‌ها به خاطر کاهش آفات، کاهش سموم مصرفی و قابلیت دسترسی بهتر گیاه به آب و مواد غذایی در سامانه آبیاری بارانی به‌دست آمد.

پریرا و شاک (۱۱) مدیریت آبیاری را برای دستیابی به استفاده بهینه از منابع آب، تولید پر بازده همراه با حفظ جنبه‌های زیست محیطی لازم می‌دانند. آنها معتقدند آب اضافی موجب بروز بیماری‌های غده‌ای در سیب‌زمینی شده و کم‌آبیاری منجر به کاهش محصول و تنزل کیفیت می‌گردد. نتایج تحقیقات نامبردگان در ایالات متحده نشان داد با توجه به مواردی همچون تخلیه رطوبتی مجاز، تنش آبی و تبخیر و تعرق محصول، آبیاری قطره‌ای به منظور آبیاری در شرایط خاص تولید محصول به‌ویژه در کشت‌های متراکم الزامی است.

تحقیق براون و همکاران (۶) در کالیفرنیا نشان داد روش آبیاری قطره‌ای تیپ، نقش کمتری در بیماری غده در سیب‌زمینی (۱۳-۲۳ درصد غده‌ها) نسبت به آبیاری بارانی (۶۲-۵۶ درصد غده‌ها) دارد. شاخص پایین‌تر بیماری در روش تیپ به‌علت سطح کمتر خیس شده زمین نسبت به روش بارانی گزارش شده است.

در شرایط فعلی به‌علت افزایش سطح زیرکشت سیب‌زمینی در استان و لزوم کاربرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار، اندازه‌گیری حجم آب مصرفی در سه روش آبیاری مورد مطالعه، تعیین بهره‌وری آب با توجه به بررسی عملکرد ارقام تجارتی این محصول براساس دیسکراپتورهای NIAB و CIP از اهداف پژوهش حاضر به‌شمار می‌آیند.

مواد و روش‌ها

این طرح تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقات رزوه واقع در شهرستان فریدن واقع در غرب استان اصفهان که مهم‌ترین منطقه سیب‌زمینی‌کاری استان می‌باشد بر روی ارقام اگریا و مارفونا انجام شد. اراضی منطقه با قابلیت نفوذ متوسط دارای بافت خاک سطحی متوسط تا نسبتاً سنگین و بافت شنی و سنگریزه‌ای در اعماق بیشتر از ۵۰-۴۰ سانتی‌متری بدون مشکل شوری و ماندابی است. شوری آب آبیاری در این ایستگاه ۱/۲۴ دسی‌زیمنس بر متر و میزان ظرفیت انباشت رطوبتی خاک (FC-PWP) از ۱۰ تا ۱۶ درصد وزنی در عمق‌های مختلف خاک متغیر است. وزن مخصوص ظاهری در سطح خاک ۱/۴۴ و در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری ۱/۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. در این آزمایش روش‌های آبیاری به‌عنوان کرت اصلی، روش‌های کاشت یک ردیف و دو ردیفه بر روی هر پشته به‌عنوان کرت فرعی یک‌بار خرد شده و ارقام سیب‌زمینی شامل مارفونا (زودرس) و آگریا (میان‌رس) به‌عنوان کرت فرعی دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های دو بار خرد شده نواری در نظر گرفته شد. این پژوهش در زمینی به مساحت تقریبی ۱۶۰۰ متر مربع طی دو سال در سه تکرار انجام شد. درکشت یک ردیفه در کلیهٔ تیمارهای آبیاری، پشته‌هایی با فواصل ۷۰ سانتی‌متر احداث و غده‌ها در اندازه‌های بذری (۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر) با سن فیزیولوژیکی مناسب (مرحله چند جوانه‌ای) روی پشته به فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت شد و لوله‌های آبده (نوارهای تیپ) روی پشته‌ها قرار گرفتند. در کشت دو ردیفه ابتدا پشته‌هایی با فواصل ۱۴۰ سانتی‌متر ایجاد گردید به‌طوری‌که عرض پشته حدود ۸۰ سانتی‌متر شد. در دو طرف پشته‌ها با فاصله ۴۰ سانتی‌متر دو ردیف غده با مشخصات ذکر شده کشت گردید و لوله‌های تیپ در وسط پشته قرار گرفت و از دو طرف بوته‌ها را آبیاری می‌نمود. این دو آرایش کاشت به‌صورت مشابه در تیمارهای آبیاری بارانی و جویچه‌ای اجرا شد. روش غالب کاشت غده در منطقه پشته‌ای (فاروئی) است که در این پژوهش، ترتیبی اتخاذ شد تا با شرایط مزرعه زارعین سیب‌زمینی‌کار سازگار باشد. در تیمار آبیاری بارانی با توجه به سرعت باد، شرایط واقعی زمین نظیر توپوگرافی، مشخصات منبع تأمین آب، ابعاد و آرایش کاشت از آبپاش‌های تنظیم شونده ویر[1] با فواصل ۱۲ در ۸/۴ متر استفاده شد. نوارهای تیپ ساخت شرکت آب‌فشان جنوب با فاصله روزنه ۳۰ سانتی‌متر و قطر اسمی ۱۶/۵ میلی‌متر انتخاب شد. آبدهی اسمی هر روزنه با فشار ۰/۶ بار ۱/۳۵ لیتر در ساعت بود. با مشخص بودن مقدار تبخیر و تعرق گیاه[2] برحسب میلی متر در روز (۵) عمق آب آبیاری محاسبه و با استفاده از پارامترهای فیزیکی خاک مزرعه و با لحاظ نمودن عمق توسعه ریشه گیاه، در آبیاری بارانی و جویچه ای به‌صورت دور هفت روزه و در روش تیپ چهار روزه اعمال شد.

اندازه‌گیری رطوبت خاک در هریک از تیمارها با استفاده از دستگاه TDR مدل 6050X1-E20 انجام شد. این مهم با نصب حسگرهای مربوط به دستگاه قرائت رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به انجام رسید. دستگاه به روش گراویمتری (ثقلی) واسنجی گردید. مشخصه بهره‌وری آب که در رابطه (۱) تعریف شده برای سه روش آبیاری محاسبه گردید.

$$WP=\frac{Yield}{WU} \qquad (۱)$$

که در آن WP: شاخص بهره‌وری آب (کیلوگرم بر میلی‌متر)، Yield: عملکرد محصول (غده) (کیلوگرم درهکتار)، WU: میزان آب کاربردی (میلی‌متر) است.

حجم آب ورودی به تیمارها با استفاده از کنتور حجمی ۳ اینچی واسنجی شده در روش تیپ و بارانی و WSC فلوم واسنجی شده در روش جویچه‌ای اندازه‌گیری شد. در این طرح، غده‌ها به‌وسیله ماشین در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر کاشته شد. تاریخ کاشت در سال‌های اول و دوم به‌ترتیب ۸ و ۱۵ خرداد و تاریخ برداشت ۱۴ و ۱۰ مهر بود. با علف‌های هرز در این آزمایش به طریق شیمیایی با استفاده از سموم تراکرون، رورال T-S و آمبوش در تیر ماه مبارزه شد. کوددهی به روش دستی و به میزان ۶۳ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار پتاس و ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار فسفات قبل از کاشت و کود سرک در دو نوبت (۲۰ تیر و ۱۵ مرداد) به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره انجام شد.

میزان آب آبیاری طی فصل رشد (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) در تیمارهای مختلف روش آبیاری شامل جویچه‌ای، بارانی و تیپ در جدول ۱ ارائه شده است. راندمان کاربرد آب در سامانه آبیاری جویچه‌ای، بارانی و تیپ به‌ترتیب حدود ۶۰، ۷۵ و ۹۵ درصد به‌دست آمد. با توجه به مقادیر راندمان کاربرد و تبخیر غیرمفید از سطح خاک و تبخیر قطرات باران، حجم آب مصرفی در سامانه آبیاری جویچه‌ای، بارانی و تیپ به‌ترتیب ۸۴۹۳، ۷۲۱۷ و ۵۱۱۳ متر مکعب به‌دست آمد.

1- VIR 5001
2- ETC

جدول ۱- میزان آب آبیاری طی فصل رشد (مترمکعب در هکتار) در روش‌های مختلف آبیاری

Table 1- Amounts of water use during crop season ($m^3.ha^{-1}$) for different irrigation methods

روش آبیاری Irrigation methods	آبیاری جویچه‌ای Furrow irrigation	آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت) Sprinkler	آبیاری تیپ Drip tape
June	2100	1857	854
July	2848	2385	1830
August	2663	2235	1857
September	882	740	572
جمع Sum.	8493	7217	5113

در طول دورهٔ رشد، پارامترهایی نظیر تاریخ جوانه‌زنی، شروع گلدهی، زمان تشکیل غده‌ها، زمان رسیدن محصول و عکس‌العمل گیاه در مقابل آفات و امراض منطقه‌ای ثبت گردید و پس از رسیدن محصول با حذف خطوط حاشیه‌ای، عملکرد در کرت‌های آزمایشی اندازه‌گیری شد. در این آزمایش نیز تیمارهای آزمایشی از نظر شدت و میزان آلودگی غده‌ها به اسکب و ریزوکتونیا مورد ارزیابی قرار گرفت. روش کار بدین صورت بود که ابتدا تعداد یک صد نمونه از هر تیمار و تکرار به‌طور تصادفی انتخاب گردید و میزان آلودگی براساس الگوهای مؤسسه ملی گیاه‌شناسی کشاورزی براساس درصد سطح آلودگی ۰، ۲۵ و ۵۰ و بیش از ۵۰ درصد تعیین شد. جدول‌های دو طرفه میانگین کل درجه آلودگی در ارتباط با آبیاری × رقم، آبیاری × ردیف و ردیف × رقم تشکیل گردید. در پایان تجزیه واریانس داده‌ها براساس کرت‌های خرد شده نواری و آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام و سپس امکان‌سنجی استفاده بهینه از آب در ارقام تجارتی سیب‌زمینی ارزیابی گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد با نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و بهره‌وری آب

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مرکب دو ساله مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که روش آبیاری و سال در سطح پنج درصد و اثر رقم × سال در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. اثر رقم و همچنین اثر متقابل روش کاشت × روش آبیاری، رقم × روش کاشت، رقم × روش آبیاری، رقم × روش کاشت× روش آبیاری و رقم × روش آبیاری × روش کاشت × سال معنی‌دار نگردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد محصول سیب‌زمینی

Table 2- Combined Analysis of variance (means of squares) of potato yield

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	جمع مجذورات Sum squares	میانگین مربعات Means of squares
سال (Y)	1	15.12	15.12 $^{n.s.}$
تکرار در سال (Y*Rep)	4	32.15	8.04**
روش آبیاری (.Irr)	2	341.23	170.70*
روش آبیاری × تکرار (Irr.*Rep)	5	40.05	1.80*
روش کاشت (.Plant)	1	38.43	38.43*
روش کاشت × روش آبیاری (.Irr.*Plant)	2	47.31	23.66 $^{n.s.}$
روش کاشت × تکرار × سال× روش آبیاری (.Plant.*Irr.*Y.Rep)	12	38.54	3.17 $^{n.s.}$
رقم (.Var)	1	13.02	13.02 $^{n.s.}$
رقم × روش آبیاری (.Irr.*Var)	2	4.25	2.12 $^{n.s.}$
رقم × روش کاشت (.Var.*Plant)	1	0.03	0.032 $^{n.s.}$
رقم × روش کاشت × روش آبیاری (.Irr.*Var.*Plant)	2	1.09	0.55 $^{n.s.}$
روش آبیاری× سال (Irr.*Y)	2	24.90	12.45 $^{n.s.}$
روش کاشت × سال (Plant.*Y)	1	0.94	0.94 $^{n.s.}$
رقم× سال (Var.*Y)	1	11.30	11.30**
رقم× روش آبیاری× روش کاشت× سال (Var.*Irr.*Plant.*Y)	1	4.27	2.13 $^{n.s.}$
باقیمانده Residual	24	43.08	1.795

Irr.: irrigation methods, Var.: Potatoes variety and Plant.: Planting methods روش کاشت :Plant. رقم و :Var. سامانه آبیاری، :Irr.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دو ساله روش‌های آبیاری، روش کاشت و ارقام مورد بررسی

Table 3- Comparison of potato yield under irrigation methods, planting methods and potatoes cultivars

الف) روش آبیاری Irrigation methods	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber-yield (kg ha^{-1})	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب) Water productivity (kg m^{-3})
آبیاری جویچه‌ای (I_1=Furrow irrigation)	20848 c	2.45 c
آبیاری بارانی (I_2= Sprikler)	26152 a	3.62 b
آبیاری تیپ (I_3= Drip tape)	23794 b	4.49 a
ب) رقم		
اگریا (V_1)	24083 a	3.47 a
مارفونا (V_2)	23233 a	3.45 a
ج) روش کاشت		
یک ردیفه (P_1)	24388 a	3.51 a
دو ردیفه (P_2)	22927 b	3.30 a

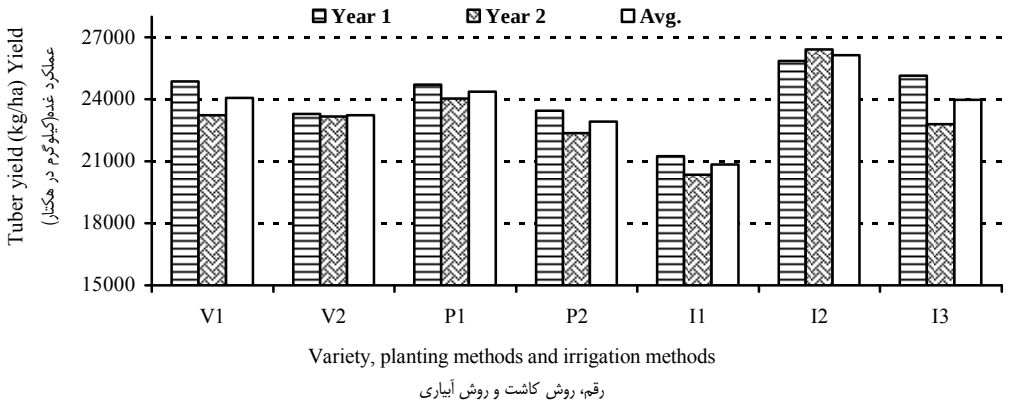
اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند، آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد..

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$), Duncan's test (95% confidence level).

I.: irrigation methods, V.: Potatoes variety and P.: Planting methods I: سامانه آبیاری، V: رقم و P: روش کاشت

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان داد که روش آبیاری بارانی با میانگین عملکرد ۲۶۱۵۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش آبیاری تیپ با تولید ۲۳۹۷۴ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری دارد. همچنین روش آبیاری جویچه‌ای با تولید ۲۰۸۴۸ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان محصول را تولید نموده است. با توجه به مقادیر آب آبیاری به‌کار رفته در هریک از روش‌ها و میانگین عملکرد محصول در روش‌های آبیاری جویچه‌ای، بارانی و تیپ که به‌ترتیب برابر ۲۱۳۳۲، ۲۵۸۷۷ و ۲۵۱۳۹ کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شده (شکل ۱)، مقدار بهره‌وری آب در تیمارهای آبیاری فوق به‌ترتیب برابر ۲/۴۵، ۳/۶۲ و ۴/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد (جدول ۳). مطابق با شکل ۱، اگرچه میانگین عملکرد محصول به روش بارانی ۹/۰۸ درصد بیشتر از روش تیپ است، اما میزان بهره‌وری آب در روش تیپ ۲۹/۶ درصد بیشتر از آبیاری بارانی است، ضمن اینکه میزان مصرف آب در روش بارانی ۴۱/۲ درصد بیشتر از روش تیپ می‌باشد.

بر این اساس در صورتی که به میزان آب به‌کار رفته در یک هکتار آبیاری سطحی (۸۴۹۳ متر مکعب) آب در اختیار باشد، سطح قابل آبیاری با بارانی و تیپ به‌ترتیب ۱/۱۷۷ و ۱/۶۶ هکتار خواهد بود و میزان تولید با همین مقدار ثابت آب به‌ترتیب ۳۰/۷۸۱ و ۳۹/۸۲۱ تن در هکتار خواهد شد. در این شرایط و با میزان ثابت آب قابل دسترس، میزان افزایش تولید بارانی نسبت به جویچه‌ای، تیپ نسبت به جویچه‌ای و تیپ نسبت به بارانی به‌ترتیب ۴۷/۶، ۹۱ و ۲۹/۴ درصد خواهد بود. بنابراین از منظر شاخص بهره‌وری آب و استفاده حداکثری از حجم ثابتی از آب قابل دسترس، روش آبیاری تیپ ارجحیت ملموس دارد.



Irr.: سامانه آبیاری، Var.: رقم و Plant.: روش کاشت I.: irrigation methods, V.: Potatoes variety and P.: Planting methods

شکل ۱- اثر رقم، روش کاشت و روش آبیاری بر عملکرد غده سیب‌زمینی در سال‌های آزمایش

Figure 1- Effects of irrigation methods, planting methods and potatoes cultivars on tuber yield

معنی‌دار شدن اثر روش آبیاری بر عملکرد غده را می‌توان با تأثیر نحوه قرار دادن آب در اختیار گیاه و توزیع آن در محل ریشه مرتبط دانست. کاهش عملکرد در تیمار آبیاری جویچه‌ای به‌دلیل توزیع نامتناسب آب در پروفیل خاک (پایین بودن راندمان کاربرد) و بالا بودن میانگین آلودگی اسکب در این تیمار می‌باشد. بین ارقام اگریا و مارفونا به‌ترتیب با تولید ۲۴۰۸۳ و۲۳۲۳۳ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و مقادیر شاخص بهره‌وری آب نیز مؤید این نتیجه است (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر سال نشان می‌دهد بین سال‌های اول و دوم آزمایش به‌ترتیب با میانگین تولید ۲۴۱۱۶ و ۲۳۱۹۹ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. مقایسه میانگین‌های اثر رقم × سال نشان داد در سال اول رقم اگریا با تولید ۲۴۹۳۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم مارفونا با تولید ۲۳۲۹۵ کیلوگرم در هکتار و همچنین ارقام اگریا و مارفونا در سال دوم به‌ترتیب با تولید ۲۳۲۲۹ و ۲۳۱۷۱ کیلوگرم در هکتار برتری نسبی دارد. مطابق با شکل ۱ در هر دو سال، رقم آگریا دارای عملکرد بیشتری بوده است و از آن‌جایی‌که میزان یکسانی از آب کاربردی در اختیار داشتند، لذا بهره‌وری آب در رقم آگریا (۳/۴۷ کیلوگرم بر متر مکعب) بیشتر است.

نتایج این تحقیق همسو با گزارش دیگر محققین است به‌طوری‌که کشاورز و حیدری (۹) در مطالعات خود بهره‌وری آب را برای آبیاری نشتی حداقل و در روش تیپ حداکثر به میزان ۳/۳ کیلوگرم بر متر مکعب اعلام نمودند. شاخص بهره‌وری برای محصول سیب‌زمینی در دشت‌های بزرگ شمالی امریکا (نیمه خشک) و در روش آبیاری بارانی، ۵۴ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر برای غده سیب‌زمینی گزارش شد (۱۰). همچنین اخوان و همکاران (۲) با ارزیابی مزارع تحت پوشش آبیاری تحت فشار در استان همدان، بهره‌وری آب در زراعت سیب‌زمینی با روش آبیاری تیپ را تا ۴/۶۸ کیلوگرم بر متر مکعب برآورد کردند و همانطور که ذکر شد در تحقیق حاضر بهره‌وری آب در روش آبیاری تیپ برابر ۴/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد. البته پراپر و شاک (۱۱) نشان دادند با توجه به مواردی همچون تخلیه رطوبتی مجاز، تنش آبی و تبخیر و تعرق محصول، آبیاری بارانی نسبت به آبیاری سطحی و تیپ اولویت دارد.

مقایسه میانگین روش‌های کاشت نشان داد که کشت یک ردیفه با میانگین تولید ۲۴۸۳۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت دو ردیفه با میانگین تولید ۲۲۹۲۷ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری داشت. در کشت دو ردیفه رقابت برای جذب مواد غذایی بیشتر بوده و سایه‌اندازی و هم‌پوشانی بوته‌ها سبب کاهش عملکرد می‌شود. میزان آب کاربردی در کشت یک و دو ردیفه برابر هست، لذا شاخص بهره‌وری آب ملاک و معیار مناسبی برای انتخاب شیوه برتر است. شاخص بهره‌وری آب حاکی از برتری نسبی کشت یک ردیفه سیب‌زمینی (۳/۵۱ کیلوگرم بر متر مکعب) نسبت به کشت دو ردیفه می‌باشد (جدول ۳).

عملکرد محصول سیب‌زمینی در روش آبیاری جویچه‌ای در کشت دو ردیفه بیشترین کاهش محصول را داشته که این کاهش به‌ترتیب در روش آبیاری تیپ و بارانی به حداقل می‌رسد. یکی از دلایل این اتفاق به خاطر میزان آلودگی و شیوع بیماری است چرا که بالاترین میزان آلودگی در کشت دو ردیفه در روش آبیاری جویچه‌ای به‌دست آمد.

نتایج آزمایش باغانی و همکاران (۵) نشان داد نحوهٔ آرایش کاشت دو ردیفه روی پشته و یک نوار آبیاری بین آنها بیشترین عملکرد را دارا بوده است. همچنین در آزمایش‌های جابرو و همکاران (۸)، تاکله و چمدا (۱۵) و یانگ و همکاران (۱۸) آرایش دو ردیفه نسبت به یک ردیفه نقش مؤثرتری در استحصال محصول بیشتر داشته است. این در حالی است که در تحقیق حاضر در روش آبیاری بارانی با آرایش کاشت یک ردیفه بیشترین عملکرد حاصل شده است. نتایج چهار آزمایش فوق در شرایط آبیاری کامل (بدون تنش آبی) به‌دست آمده است در حالی‌که در منطقه مورد مطالعه به سبب خشکسالی‌های مکرر که از ۱۴ سال گذشته شروع شده گیاهان کمتر از ۱۰۰٪ نیاز آبی آب دریافت می‌دارند. بهره‌وری آب بالاتر در تحقیق حاضر نسبت به آزمایش‌های کشاورز و حیدری (۹) و اخوان و همکاران (۲) مؤید تحت تنش بودن شرایط آزمایش حاضر است.

بیماری‌ها

نتایج مربوط به میزان و شدت آلودگی غده‌ها به اسکب معمولی (جدول ۴) و همچنین نتایج آزمون‌های دو طرفه درجهٔ آلودگی نسبت به اسکب معمولی نشان می‌دهد که میانگین آلودگی اسکب در روش آبیاری جویچه‌ای ۴۷ درصد بیشتر از روش آبیاری بارانی و ۷۸ درصد بیشتر از روش آبیاری تیپ می‌باشد، ولی بین ارقام تفاوت محسوسی وجود ندارد.

در روش‌های کاشت یک ردیفه و دو ردیفه بین ارقام مارفونا و اگریا از نظر میانگین میزان آلودگی تفاوت چندانی وجود نداشت. همچنین نتایج بیانگر بیشترین میزان آلودگی در کشت دو ردیفه و یک ردیفه در روش آبیاری جویچه‌ای می‌باشد. در کلیه موارد، آبیاری تیپ کمترین آلودگی را نشان می‌دهد. ضمناً براساس جدول ۴ در روش آبیاری بارانی و تیپ، در بیش از ۵۰ درصد آ لودگی غده ها به بیماری، شدت آلودگی به اسکب تقریباً صفر می‌باشد.

جدول ٤- ارزیابی میزان و شدت آلودگی غده‌ها به اسکب معمولی

Table 4- Intensity and the infection rate of diseases on tuber to Scab

وضعیت تیمار Treatments	سالم Healthy	10%	25%	50%	>50%	درصد آلودگی Rate of diseases
$I_1V_1P_1$	20	40	20	10	5	19
$I_1V_2P_1$	15	40	30	10	5	21.5
$I_1V_1P_2$	13	40	30	10	7	23.5
$I_1V_1P_2$	19	30	30	13	8	25
$I_2V_1P_1$	30	35	25	10	-	14.8
$I_2V_2P_1$	29	40	15	15	1	15.5
$I_2V_1P_2$	30	35	25	10	-	14.7
$I_2V_2P_2$	35	30	20	15	-	15.5
$I_3V_1P_1$	52	20	15	13	-	12.3
$I_3V_2P_1$	55	15	15	15	-	13
$I_3V_1P_2$	45	25	20	10	-	12.5
$I_3V_2P_2$	37	30	25	8	-	13.2

Irr.: سامانه آبیاری، Var.: رقم و Plant.: روش کاشت I.: irrigation methods, V.: Potatoes variety and P.: Planting methods

جدول ۵ مربوط به میزان و شدت آلودگی غده‌ها بـه ریزوکتونیـا و همچنین جدول‌های دو طرفه میزان آلودگی ریزوکتونیا نشـان داد هـر چند آبیاری تیپ در کلیه موارد کمترین میزان آلودگی را داشته، لـیکن تفاوت محسوسی از نظر میزان آلودگی بـین ارقـام و سـطوح آبیـاری، ردیف و رقم، ردیف و آبیاری، ارقام با یکدیگر و ردیف‌هـا بـا یکـدیگر وجود نداشت.

پژوهش آواری و های‌ویس (۴) نشان داد بـالاترین بهـره‌وری آب در سامانه آبیاری تیپ قابل حصول می‌باشـد. همچنـین در روش‌هـای آبیاری تیپ و بارانی کـه توزیـع رطوبـت در خـاک مناسـب‌تـر انجـام می‌شود از توسعهٔ بیماری‌های پوسیدگی غـدد و پژمردگـی جلـوگیری می‌شود. تحقیق زارع ابیانه و همکاران (۱۹) در منطقـه فریـدن نشـان می‌دهـد روش آبیـاری بـارانی در مقایسـه بـا روش جویچـه‌ای دارای عملکرد بالاتری بوده و همچنین تراکم جمعیت آفات مورد ارزیـابی در این روش کمتر بوده است (۱۹). نقش روش آبیـاری تیـپ در کـاهش تولید بیماری‌های غده در سیب‌زمینـی کـه از نتـایج تحقیـق بـراون و همکـاران (۶) مـی‌باشـد مؤیـد نتـایج آزمـایش حاضـر در خصـوص بیماری‌های اسکب معمولی و ریزوکتونیا مـی‌باشـد کـه سـطح کمتـر خیس شده زمین نسبت به دیگر روش های آبیاری از دلایل اصلی این موضوع است.

جدول ۵- ارزیابی میزان و شدت آلودگی غده‌ها به ریزوکتونیا

Table5- Intensity and the infection rate of diseases on tuber to rhzoktonia

وضعیت تیمار Treatments	سالم Healthy	10%	25%	50%	>50%	درصد آلودگی Rate of diseases
$I_1V_1P_1$	40	35	15	10	-	11.5
$I_1V_2P_1$	35	30	20	13	-	14.5
$I_1V_1P_2$	40	35	15	10	-	11.5
$I_1V_1P_2$	35	35	20	10	-	13.5
$I_2V_1P_1$	45	30	17	10	-	12.2
$I_2V_2P_1$	50	25	15	10	-	10.5
$I_2V_1P_2$	45	25	20	10	-	12.5
$I_2V_2P_2$	45	20	13	12	-	11.5
$I_3V_1P_1$	55	15	15	6	-	9
$I_3V_2P_1$	55	25	15	10	-	10.5
$I_3V_1P_2$	40	30	15	10	-	11
$I_3V_2P_2$	45	25	20	10	-	12.5

Irr.: سامانه آبیاری، Var.: رقم و Plant.: روش کاشت I.: irrigation methods, V.: Potatoes variety and P.: Planting methods

باتوجه به تحلیل داده‌های این آزمایش در خصوص کاهش تولیـد بیماری‌های غده و مقادیر بهره‌وری آب در صـورت وجـود محـدودیت آب، علی‌رغم پایین‌تر بودن عملکرد غده در روش آبیـاری تیـپ، ایـن روش بـه دیگـر روش‌هـا ارجحیـت دارد. نتـایج اخـذ شـده توسـط شارماسارکر و همکاران (۱۴) که دلالت به ارجح بودن آبیاری بارانی و تیپ دارد، مؤید نتیجه آزمایش فعلی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که سامانه آبیاری تیپ علی‌رغم عملکرد محصول پایین‌تر نسبت به روش آبیاری بارانی، بهره‌وری آب را افزایش می‌دهد. همچنین غده‌ها از نظر ظاهری کمترین آلودگی به بیماری‌های اسکب معمولی و ریزوکترنیا را در این روش آبیاری نشان داده است. از این‌رو کاربرد این روش به‌ویژه در شرایط وجود محدودیت آب در زراعت سیب‌زمینی الزامی است. در روش آبیاری بارانی بیشترین عملکرد محصول قابل حصول بوده و همچنین از نظر شدت و میزان آلودگی به بیماری‌های منطقه بر روی غده (اسکب معمولی و ریزوکترنیا) نسبت به آبیاری جویچه‌ای برتری محسوس دارد. لذا در صورت عدم وجود محدودیت آب و نبود مشکل وزش باد شدید می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد کشت یک ردیفه در زراعت سیب‌زمینی در کلیه تیمارها نتیجه مطلوبی دارد.

References

1. Ahmadi, S. H., Andersen, M. N., Plauborg, F., Poulsen, R. T., Jensen, C. R., Sepaskhah, A. R., and Hansen, S. 2010. Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes :Yield and water productivity. Agricultural Water Management 97 (11): 1923-1930.
2. Akhava, S., Mostafa Zadeh, F., and Ghadami FirouzAbadi, A. 2007. Comparison Two Irrigation Systems, Tape and Furrow Irrigation Methodes on Yield and water productivity of potato farming. Soil and Water Science 11 (41): 15-26. (in Persian with English abstract).
3. Alttaher, S. M., Medany, A., Abdel-Aziz, A., and Mustafa, M. M. 2002. Energy requirements and yield of drip irrigated potato. International Society for Horticultural Science. Saudi Arabia.
4. Awari, H. W., and Hiwase, S. S. 2004. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annals of plant physiology 8 (2): 185-187.
5. Baghani, J., Sadr Ghaen, H., and Kanoni, A. 2006. The effect of planting pattern and the amount of water in drip irrigation on potato yield. The second technical workshops micro-irrigation, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, 10pp. (in Persian with English abstract).
6. Brown, T., Detar, R., Sanden, L., and Phene, J. 2002. Comparison of drip and sprinkler irrigation systems for applying managing stem rot on potato. Plant Disease Journal 86 (11): 1211-1218. U. S. A.
7. Farshi, A. A., Shariati, M. R., Jarollahi, R., Ghaemi, M. R., Shahabi Far, M., and Tavallaei, M. M. 1997. Estimates crop water requirements of major agricultural and horticultural of the country. Vol. 1, Soil and Water Research Institute, 90pp. (in Persian with English abstract).
8. Jabro, J. D., Iversen, W. M., Evans, R. G., Stevensand, W. B., and Allen B. L. 2013. Water Use and Water Productivity of Sugarbeet, Malt, Barley and Potato affected by Irrigation Frequency. US Department of Agriculture Agricultural Research Service.
9. Keshavarz, A., and Heydari, N. 2003. Analysis of the loss of water resources in production processes and consumption of agricultural products. Proceedings of the First National Conference Losses of Agricultural Products, Tarbiat Modarres University, Tehran, 5pp. (in Persian with English abstract).
10. O'Neill, C. J., Humphreys, E., Louis, J., and Katupitiya A. 2008. Maize productivity in southern New South Wales under furrow and pressurized irrigation. Aust. J. Exp. Agric. 48 (3): 285-295.
11. Pereira, A. B., and Shock, C. C. 2006. Development of irrigation best management practices for potato from a research perspective in the United States. Sakia. Orge-Publish 1: 1-20. U. S. A.
12. Pereira, L. S., Oweis, T., and Zairi, A. 2002. Irrigation management under water scarcity. Agricultural Water Management 57 (3): 175-206.
13. Salemi, H. R., and Amin, M. S. 2010. (Serial No.28) Water Resources Development and Water Utilization in the Gavkhuni River Basin, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 4: 25-33.
14. Sharmasarkar, F. C., Sharmasarkar, Sh., Held, L. J., Miler, S. D., Vance, G. F., and Zhang, R. 2001. Agro economic Analyses of Drip Irrigation for Sugar beet Production. Agronomy Journal 93 (3): 517-523.
15. Takele, G., and Chemeda, D. 2009. Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annuum* L.) in Bako, Ethiopia. Agricultural Water Management 96 (11): 1673-1678.
16. Tavakoli, A. R. 2010. Improving water productivity by using integrated advanced agronomic management and limited irrigation at rainfed cereals farming. PhD thesis, Department of Irrigation and Drainage Irrigation and Reclamation, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran. (in Persian with English abstract).
17. Tavakoli, A. R. 2013. Deficit Irrigation and Supplemental Irrigation Management for Rainfed and Irrigated Wheat at Selseleh Region. J. of Water Research in Agriculture 4: 589-600. (in Persian with English abstract).

18. Yang, W., Lia, Z., Wanga, J., Wua, P., and Zhanga, Y. 2013. Crop yield, nitrogen acquisition and sugarcane quality as affected by interspecific competition and nitrogen application. Field Crops Research 146: 44−50.
19. Zare Abyaneh, A. A., Kazz azi, M., and Soltani, H. 2009. The effect of sprinkler irrigation and furrow on sucking pest population and potato yield. Journal of Agronomy 84: 31-38. (in Persian with English abstract).

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 48-58

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۵، ص. ۵۸-۴۸

Effect of Different Irrigation and Planting Methods on Water Productivity and Health of Commercial Varieties of Potato

H. R. Salemi[1]- A. Soliamanipur[2]- A. R. Tavakoli[3*]

Received: 12-03-2014
Accepted: 02-02-2015

Introduction

Water crisis as a main factor of agronomy limitation exists in all over the arid and semiarid regions such as Isfahan, province which is located in the central part of the Zayandehrud River Basin (ZRB). Due to the increase in the cultivated area of potato in Fareidan Region located in the west of Isfahan province, it will be necessary to use pressurized irrigation systems to achieve the highest irrigation application efficiency and water productivity.

Materials and Methods

The ZRB (41,500 km^2) is a closed basin with no outlet to the sea. The research was conducted in the Fareidan region of Isfahan, which is located in the west part of the ZRB. The Rozveh Agricultural Research Station (32°, 58' N, 50°, 25' E) is located at the altitude of 2390 m above the sea level. This study was conducted as a randomized complete blocks design as a split strip plot layout with three replications and during two years (2007-2008). Three irrigation systems (Drip tape, Sprinkler and furrow) were considered as main plots, two planting methods (one - row planting and two-row planting) as split subplots and two potato cultivars (Marfuna and Agria) as split-split subplots. Production (Tuber-yield), the consumption water and cultivars reactions to common diseases were evaluated in different treatments. The soil of the experimental area, according to USDA Soil Taxonomy 1994 is of silty loamy. At the soil depth of 1m, soil salinity (1.1-2.0 dS m^{-1}), water salinity (1.24 dS m^{-1}), soil moisture at field capacity (23 Vol. %), and bulk density (BD = 1.44 g/cm^3) at the field site were measured or experimentally obtained in the Isfahan Soil and Water Laboratory. The results were subjected to an ANOVA to analyze the effects of the treatments and their interactions. The data obtained were analyzed using the compound variance analysis and the averages of different treatments were separated using the Duncan multiple range test using the statistical software (SAS Institute, Inc., Cary, NC). The probability level of 0.05 (Duncan's test) also was selected.

Results and Discussion

An analysis of variance (ANOVA) was conducted on the irrigation systems and planting methods using PROC GLM (SAS 9.1, SAS institute Ltd., USA). Duncan's multiple range tests at 0.05 probability level was used for paired mean comparison. The Results provided in two years show that the effect of irrigation systems × year ($P\leq0.05$) and cultivars × year ($P\leq0.01$) on (Tuber-yield), the consumption water and cultivars reactions to common diseases were found to be significant. There is no interaction between irrigation and planting methods, Variety × planting methods, Variety × irrigation, irrigation × Variety × planting methods and irrigation × Variety × planting methods × Year for (Tuber-yield), the consumption water and cultivate reactions to common diseases. On the contrary, the effects of the irrigation system treatments on the Tuber-yield and water productivity were significant ($p\leq0.05$). The effects of variety on Tuber-yield and water productivity were not significantly ($P\geq0.05$) detected.

Sprinkler irrigation method with 26152 kg ha^{-1} of production mean was preferred significantly to tape irrigation method with 23974 kg/ha of production mean. Tape irrigation leaded to the highest mean of WP equal to 4.69 kg m^{-3}. Two years comparison of yield mean showed no significant difference between Agria and Marfuna potato cultivars. The two year comparison results of yield means using different planting methods

1- Assistant professor of Agricultural Engineering Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Esfahan, Iran.
2- Assistant professor of Economic, Social and Extension Department, Researcher of Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Esfahan, Iran.
3- Assistant professor of Agricultural Engineering Research Department, Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Shahrood), Shahrood, Iran. Corresponding Author
(*- Corresponding Author Email: art.tavakoli@gmail.com)

indicated that one row planting method (24839 kg ha^{-1}) was preferred significantly comparing to two row planting methods (22927 kg ha^{-1}). Evaluation of tuber infection by ordinary scab and rhizoctonia showed that the highest mean of infection way observed in furrow method and the lowest one was observed in tape method of irrigation. Scab infection in furrow irrigation was 47% higher than sprinkler irrigation and 78% higher than tape irrigation.

Conclusions

During the three (2) years of the experiments with the three (3) irrigation treatments imposed on the potato crop, it was found that the drip type irrigation system, despite its lower yield than sprinkler irrigation, increased water productivity. A lowest pollution tuber to scab infection and rhizoctonia was determined by Drip type method. Thus, using this method, particularly in water restrictions on potato planting is required. The highest tuber yield was obtained in sprinkler irrigation, as well as from the point of view of the intensity and the infection rate of diseases on the tuber to Scab and rhizoctonia there was significant advantage compared to furrow irrigation. Therefore, in the lack of water restriction and the high speed wind can be used. The results showed that the one row planting method for all treatments is desirable therefore highly recommended for agricultural potato production.

Keywords: Drip tape irrigation, Furrow irrigation, Infection, Sprinkler irrigation