



مقایسه مدیریت کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان، آبیاری جویچه‌ای و آبیاری قطره‌ای نواری برای محصول زراعی سیب‌زمینی

بیژن حقیقی^۱ و عاطفه صیادی شهرکی^{۲*}

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

۲- محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: sayadi.atefeh@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۳۱)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی کاربرد مدیریت کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان به همراه آبیاری کامل در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی در شرایط مزرعه در اراضی شهرستان شهرکرد اجرا شد. بدین منظور در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ سه قطعه زمین زراعی در مجاورت یکدیگر انتخاب و در هر کدام سیب‌زمینی رقم بون کشت گردید. در این آزمایش مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان به همراه مدیریت کامل آبیاری در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری در شرایط مزرعه کشت گردید. در دو قطعه زمین مدیریت آبیاری بر اساس کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان و روش آبیاری قطره‌ای نواری (قطع‌ات طرح) و در قطعه دیگر مدیریت کامل آبیاری به روش جویچه‌ای (قطعه شاهد) انجام شد. نتایج نشان داد، بین عملکرد غده در واحد سطح، عملکرد در بوته تعداد غده در بوته و میزان آب مصرفی در قطع‌ات طرح نسبت به قطعه شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت. میزان عملکرد محصول در واحد سطح در مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان، روش آبیاری جویچه‌ای و روش آبیاری قطره‌ای نواری به ترتیب برابر ۲۶/۸، ۵۰/۵ و ۵۸/۳ تن در هکتار به دست آمد. میزان کاهش آب مصرفی در قطع‌ات مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان و روش آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای به ترتیب به میزان ۲۵/۶ و ۴۲ درصد بود. بنابراین برای استفاده بهینه از آب، در مناطقی که سیب‌زمینی به روش سطحی آبیاری می‌شود، مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان و روش آبیاری قطره‌ای نواری می‌تواند یکی از راه‌های مبارزه با کمبود آب برای کشت این محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد. همچنین برای افزایش بهره‌وری آب، مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک در میان و روش آبیاری قطره‌ای نواری قابل توصیه برای منطقه سیب‌زمینی کاری شهرکرد و مناطق با اقلیم مشابه می‌باشد.

کلمات کلیدی: بهره‌وری، راندمان کاربرد، عملکرد، کم آبیاری.

مقدمه

بهینه آن، به ظاهر ممکن است گاهی عملکرد در واحد سطح کاهش یابد، اما سرانجام با تأمین آب در مواقع بحرانی و کاهش هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب، سود بیشتری حاصل می‌شود. علاوه بر آن، با استفاده از آب صرفه‌جویی شده می‌توان اراضی بیشتری را زیر کشت برد (Kheyrabi et al., 1996). آبیاری یک در میان جویچه‌ها یکی از گزینه‌های مدیریتی برای صرفه‌جویی در مصرف آب در روش آبیاری سطحی و همچنین از راهکارهای اساسی افزایش سطح زیر کشت و در نتیجه، بهینه‌سازی کارایی مصرف آب در اراضی فاریاب محسوب می‌شود (Bakker et al., 1995). در این روش، آب در جویچه‌ها به صورت یک در میان (حذف ردیف آبیاری)، استفاده می‌شود (Sheini Dashtgol et al., 2006). از طرفی با کاهش کاربرد آب، تبخیر از سطح خاک کمتر شده و راندمان مصرف آب افزایش می‌یابد (Sepaskhah & Ghasemi, 2008).

آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌های پیشرفته آبیاری تحت فشار محسوب می‌شود. روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) برای بسیاری از محصولات زراعی مثل گیاهان ردیفی از جمله سیب‌زمینی، چغندر قند، ذرت و پنبه مورد استفاده قرار گرفته و در کشور ما نیز به صورت موفقیت‌آمیزی توسعه پیدا کرده است. از مزایای این روش می‌توان به کاهش مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری تا ۹۰ درصد و افزایش عملکرد اشاره کرد (Hasan Panah et al., 2018). در آبیاری قطره‌ای نواری در یک دوره زمانی محدود (۲۴ تا ۷۲ ساعت)، بین تبخیر از خاک و تعرق از گیاه

در اکثر مناطق جهان، به‌ویژه در ایران، عامل محدودکننده تولیدات زراعی آب است. با توجه به روند افزایش جمعیت در ایران، آب یکی از مهم‌ترین مسائل برنامه‌ریزی کلان مملکتی برای خوداتکایی در تأمین امنیت غذایی به شمار می‌رود. با توجه به اینکه عمده مصرف آب در بخش کشاورزی است، صرفه‌جویی در مصرف آب و همچنین افزایش کارایی مصرف آن، در بخش کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد. کشاورزی آبی ۴۰ درصد تولید غذای جهان را در ۲۰ درصد از اراضی تحت کشت، به خود اختصاص داده است. توسعه کشاورزی مبتنی بر آبیاری در کشورهای آسیای مرکزی تقاضای آب را به شدت افزایش داده به نحوی که میزان مصرف سالانه آب به ۱۲۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار رسیده است (Adib et al., 2022). آبیاری سطحی در ۸۶ درصد از موارد، روش مرسوم آبیاری محسوب می‌شود (Anonymous, 2020) که مهم‌ترین محدودیت آن، مصرف زیاد آب و در نتیجه پایین بودن راندمان آبیاری در این روش می‌باشد. از مهم‌ترین روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب در اراضی کشاورزی می‌توان به کم‌آبیاری و همچنین استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار اشاره کرد. تجربیات مربوط به کم‌آبیاری در نقاط مختلف دنیا، کارآمدی این شیوه در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش سود خالص را نشان داده است (Naderi & Mohammadi, 2009). در روش کم‌آبیاری (وارد کردن تنش‌های آبی مناسب)، با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد

و همچنین مقدار آبی که باید به زمین داده شود، تعادل برقرار می‌شود. بنابراین به دلیل محدود بودن میزان آب در دسترس، بیشترین بهره‌وری آب مصرفی حاصل می‌شود (Akhavan, 2014). به‌کارگیری این روش می‌تواند نقش مهمی در کنترل مقدار آب مصرفی و همچنین جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک زراعی داشته باشد (Sabah & Ghafari Nejad, 2007). تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه کاربرد روش‌های کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان و آبیاری قطره‌ای نواری برای محصولات مختلف، انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها پرداخته می‌شود. (Haghighati, 2015)، تحقیقی به‌منظور بررسی و مقایسه روش‌های آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری (تیپ)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده (RDI¹) و کم‌آبیاری به‌صورت آبیاری بخشی ناحیه ریشه (PRD²) بر روی بهره‌وری آب (WP³)، کارایی مصرف آب (WUE⁴) در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در منطقه شهرکرد انجام و نشان داد اثر مدیریت‌های کم‌آبیاری بر عملکرد غده، تعداد غده در بوته، اندازه غده‌های تولیدی، کارایی مصرف آب و شاخص‌های بهره‌وری آب در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج این تحقیق همچنین حاکی از آن است که آبیاری قطره‌ای نواری در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای منجر به کاهش ۴۲ درصدی میزان آب آبیاری مصرفی گردید. (Dehghani et al., 2019)، تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای

بر صرفه‌جویی و کارایی مصرف آب ذرت علوفه‌ای در اصفهان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که با تغییر آبیاری جویچه‌ای مرسوم به آبیاری جویچه‌ای یک در میان تا مرحله برداشت ذرت علوفه‌ای، ۳۹/۱۲ درصد در آب کاربردی صرفه‌جویی شده و مقدار کارایی مصرف آب آبیاری نیز ۳۷ درصد افزایش یافته است. (Ati et al., 2012) نشان دادند که کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای تیپ (۱۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب) به مراتب بیشتر از روش آبیاری نشتی (۵/۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب) بود. (Ahmadi et al., 2014)، در تحقیقی اثرات کم‌آبیاری تنظیم‌شده و خشکی موضعی ریشه را بر روی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب برای دو رقم سیب‌زمینی (راموس و اگریا) و پنج تیمار مدیریت آبیاری در روش جویچه‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که بین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب رژیم‌های آبیاری تفاوت معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که کم‌آبیاری تنظیم‌شده ثابت و متغیر به ترتیب باعث افزایش ۲۸ و ۳۴ درصدی بهره‌وری آب نسبت به آبیاری کامل شد و با اعمال بهره‌وری مصرف آب افزایش پیدا کرد. (Asif et al., 2023)، کارایی مصرف آب و عملکرد سیب‌زمینی کشت شده تحت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای را در منطقه خشک و نیمه‌خشک، مقایسه کردند. نتایج حاکی از رشد بهتر بوته، افزایش مقدار غده و بهبود عملکرد محصول تحت سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری جویچه‌ای بود. علاوه بر این مقدار تبخیر و

¹ Regulated Deficit Irrigation

² Partial Root-zone Drying

³ Water Productivity

⁴ Water Use Efficiency

منطقه‌ای نیمه مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد، می‌باشد. میانگین بارندگی در منطقه مورد مطالعه برابر ۳۲۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه حدود ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد است (Marouf & Nejad, 2017).

۲. آماده‌سازی زمین: برای انجام این پژوهش سه قطعه زمین زراعی در مجاورت یکدیگر انتخاب و در هر کدام سیب‌زمینی رقم بون کشت گردید. مدیریت کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان به همراه مدیریت کامل آبیاری در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری در شرایط مزرعه کشت گردید. در دو قطعه زمین مدیریت آبیاری بر اساس کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان و روش آبیاری قطره‌ای نواری (قطعات طرح) و در قطعه دیگر مدیریت کامل آبیاری به روش جویچه‌ای (قطعه شاهد) انجام شد. شرایط کشت و کار در منطقه بر اساس اصول فنی کشت محصول است و مرکز تحقیقات نظارت آن را بر عهده دارد. برای آماده‌سازی زمین در اوایل بهار سال ۱۳۹۸ با مناسب شدن رطوبت خاک، عملیات شخم و دیسک بر روی زمین محل اجرای تحقیق انجام شد. قبل از کاشت به منظور تسطیح زمین، عملیات مال‌کشی صورت گرفت. نمونه‌ای مرکب از خاک محل اجرای طرح از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری خاک تهیه شد (جدول ۱).

تغرق در روش آبیاری قطره‌ای به میزان ۳۷۴ میلی‌متر نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای کاهش یافته است. با توجه به اهمیت بهینه‌نمودن مصرف آب در بخش کشاورزی و همچنین وجود مدیریت‌های مختلف کم‌آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری، انجام مطالعات کم‌آبیاری بر روی محصولات غالب در هر منطقه، ضرورت می‌یابد و نتایج آن با نگرش کلان و کاربردی بودن، می‌تواند در بهبود کارایی مصرف آب و بهره‌وری آب، افزایش بازده کاربرد آبیاری و افزایش سطح زیرکشت و نهایتاً افزایش تولید، مفید باشد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف مقایسه روش‌های کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان و آبیاری قطره‌ای نواری طی مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی در منطقه شهرکرد، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

۱. منطقه مورد مطالعه: این پژوهش طی یک سال زراعی (۹۹-۹۸) در ایستگاه تحقیقاتی چهارتخته واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری واقع در پنج کیلومتری شرق شهرکرد انجام شد. این منطقه با مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع ۲۰۹۰ متر از سطح دریا و همچنین با اقلیم

جدول ۱- نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

واکنش	هدایت الکتریکی	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	نیتروژن کل	کربن آلی	مواد خثی شونده	رس	سیلت	شن
	pH	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%	%	%	%
	۷/۷۵	۱/۵۱	۱۲/۷	۲۶۴	۰/۵۸	۸/۳۱	۱/۴۷	۰/۰۰۶۲	۰/۶۶	۲۴/۵	۳۰	۴۰/۵	۲۹/۵

۳. کاشت، آبیاری و برداشت محصول: بر اساس

نتایج نمونه‌های مرکب خاک، مقدار کودهای موردنیاز طبق روش آزمون خاک تعیین و به خاک اضافه شد. مقادیر و نوع کودهای فسفر و پتاسیم موردنیاز به ترتیب از منبع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بوده و قبل از کشت به زمین داده شد. همچنین نیتروژن موردنیاز از منبع اوره و در سه مرحله: قبل از کشت، مرحله‌ی خاک‌دهی و قبل از گلدهی در اختیار گیاه قرار گرفت. عناصر ریزمغذی آهن، روی، مس و منگنز به ترتیب از منبع سولفات آهن، سولفات روی، سولفات مس و سولفات منگنز تهیه و قبل از کاشت مصرف شد. میزان بذر مصرفی ۴/۵ تن در هکتار و برای کاشت از دستگاه دو ردیفه اتوماتیک استفاده شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو غده بذری بر روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دوره سبز شدن سیب‌زمینی طولانی و غالباً به ۳ تا ۴ هفته پس از کشت غده‌ها می‌رسد. با توجه به اینکه اولین آبیاری به صورت یکنواخت برای کلیه تیمارها یک روز پس از کاشت صورت گرفت، طی این دوره، علف‌های هرز بدون هرگونه رقابت با محصول می‌توانند سبز شده و در اشغال محیط بر گیاه سیب‌زمینی پیشی

گیرند. برای کنترل شیمیایی علف‌های هرز ۱۵ روز پس از اولین آبیاری، مزرعه با سم علف‌کش پاراگوات (تماسی) سم‌پاشی گردید. ۴۰ روز پس از کاشت عملیات خاک‌دهی پای بوته‌های سیب‌زمینی به همراه کود سرک انجام شد.

در این تحقیق از دو روش آبیاری جویچه‌ای و آبیاری قطره‌ای نواری استفاده شد (شکل ۱). آب آبیاری در روش آبیاری جویچه‌ای به وسیله لوله پلی‌اتیلن که به سیستم آبیاری تحت فشار مزرعه متصل بود، به ابتدای جویچه‌ها هدایت شد. برای آبیاری و کنترل حجم آب ورودی یک والو قطع و وصل روی لوله برای هر جویچه نصب گردید. در روش آبیاری قطره‌ای نواری، از نوارهای قطره‌ای با قطر ۱۶ میلی‌متر و فاصله مجاری خروج آب ۲۰ سانتی‌متر برای هر ردیف کشت، استفاده شد. اندازه‌گیری و کنترل مقدار آب آبیاری در هر روش توسط شیرهای قطع و وصل و کنتور حجمی که روی لوله‌های پلی‌اتیلن انتقال آب تعبیه شده بود، انجام شد. دور آبیاری در دو مدیریت کم آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان و مدیریت کامل آبیاری جویچه‌ای ثابت و بر اساس حداکثر ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی مجاز خاک در تیمار آبیاری کامل و حداکثر میزان تبخیر و تعرق

خوابیده پیدا کرده بودند، انجام شد. از کرت‌های مربوط به هر تیمار، دو ردیف میانی که نمایان‌گر عملکرد محصول در شرایط واقعی مزرعه در کشت-های وسیع هست انتخاب و برداشت به منظور اندازه-گیری عملکرد صورت گرفت. با هدف تعیین خواص کیفی و کمی سیب‌زمینی، از هر کرت نمونه غده تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. برنامه‌ریزی آبیاری و نحوه محاسبه شاخص بهره‌وری آب، مطابق پژوهش (Haghighati, 2015)، انجام شد.

روزانه محل آزمایش ۷ روزه در نظر گرفته شد؛ به طوری که در تیمار آبیاری کامل، تنشی به گیاه وارد نشود. به این صورت که در تیمار آبیاری کامل همیشه در زمان آبیاری مقدار رطوبت خاک بیشتر از مقدار رطوبت سهل‌الوصول بود. مقدار دور آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری ۴ روزه در نظر گرفته شد. ۱۲۰ روز بعد از کاشت، برداشت محصول به صورت مکانیزه و دستگاه سیب‌زمینی‌کن یک ردیفه، درحالی که اندام هوایی گیاه کاملاً زرد و حالت



شکل ۱- اجرای سیستم آبیاری در مزرعه

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر روش آبیاری بر روی عملکرد غده در واحد سطح و بوته و تعداد غده در بوته در جدول (۲) ارائه شده است.

آزمون آماری: به منظور بررسی و مقایسه روش‌های کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان و قطره‌ای نواری بر روی خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی، از طرح اسپلیت- اسپلیت پلات^۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

^۱ Split Split Plot

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده محصول سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد غده در بوته	تعداد غده در بوته
روش آبیاری	۲	۱۳۷/۹**	۱۳۹۳۲*
خطای	۹	۲/۲۵	۲۶۲۷/۳
ضریب تغییرات		۲/۸۹	۵/۴۶

* و **: به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

با توجه به جدول (۲)، اثر روش آبیاری بر روی عملکرد غده در واحد سطح، عملکرد غده در بوته و تعداد غده در بوته به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود. خلاصه نتایج میزان عملکرد در واحد سطح، عملکرد غده در بوته و تعداد غده در بوته در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان به همراه مدیریت کامل آبیاری در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین عملکرد در واحد سطح، عملکرد غده در بوته و تعداد غده در بوته

مدیریت آبیاری	عملکرد غده در واحد سطح (ton/ha)	عملکرد غده در بوته (gr)	تعداد غده در بوته
جویچه‌ای یک‌درمیان	۴۶/۸ c	۸۸۵b	۸/۵ b
جویچه‌ای کامل	۵۰/۵ b	۹۳۰ab	۹ b
قطره‌ای نواری	۵۸/۳ a	۱۰۰۶a	۱۱a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند (P<5%)

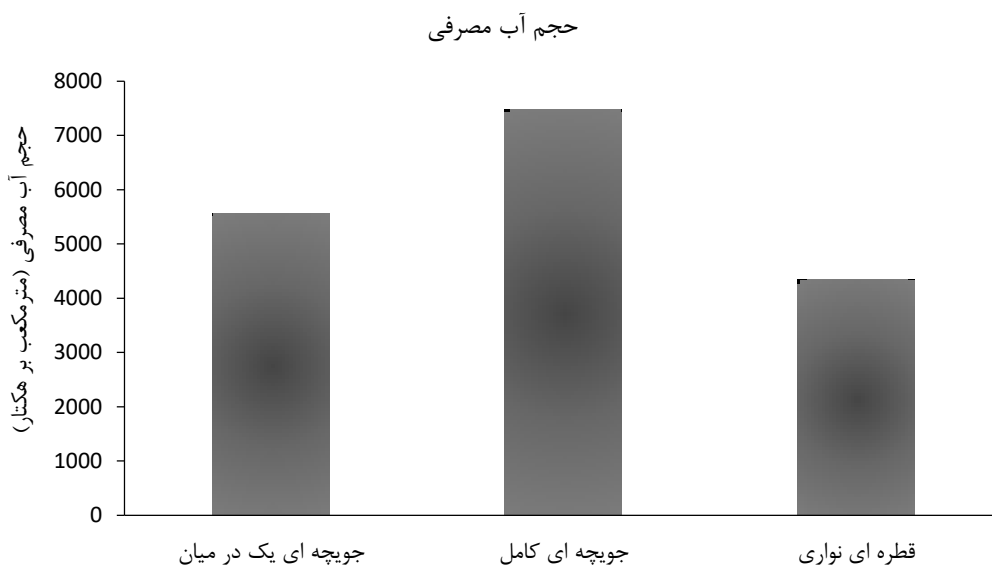
با توجه به جدول (۳)، بیشترین عملکرد غده در واحد سطح، مقدار عملکرد غده در بوته و تعداد غده در بوته در روش آبیاری قطره‌ای نواری به ترتیب به میزان ۵۸/۳ تن در هکتار، ۱۰۰۶ گرم و ۱۱ عدد به دست آمد و کمترین عملکرد غده در واحد سطح، مقدار عملکرد غده در بوته و تعداد غده در بوته در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان به ترتیب به میزان ۴۶/۸ تن در هکتار، ۸۸۵ گرم و ۸/۵ عدد به دست آمد. دلیل افزایش عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای نواری می‌تواند یکنواختی بالای توزیع آب در سطح مزرعه، کاهش تلفات مواد غذایی خاک در اثر تلفات نفوذ عمقی، کاهش تنش آبی وارده به گیاه در اثر کوتاه شدن دور آبیاری و کاهش عوامل بیماری‌زا در روش آبیاری قطره‌ای نواری باشد. در آبیاری

معنی‌دار بوده؛ این در حالی است که اختلاف بین مدیریت آبیاری جویچه‌ای کامل با قطره‌ای نواری و جویچه‌ای یک در میان برای عملکرد غده در بوته، معنی‌دار نیست. اختلاف بین مقادیر میانگین تعداد غده در بوته، بین جویچه‌ای کامل و قطره‌ای نواری و همچنین جویچه‌ای یک در میان و قطره‌ای نواری در سطح پنج درصد معنی‌دار ولی اختلاف میانگین تعداد غده در بوته بین مقادیر به‌دست‌آمده در آبیاری جویچه‌ای کامل و جویچه‌ای یک در میان، معنی‌دار نیست.

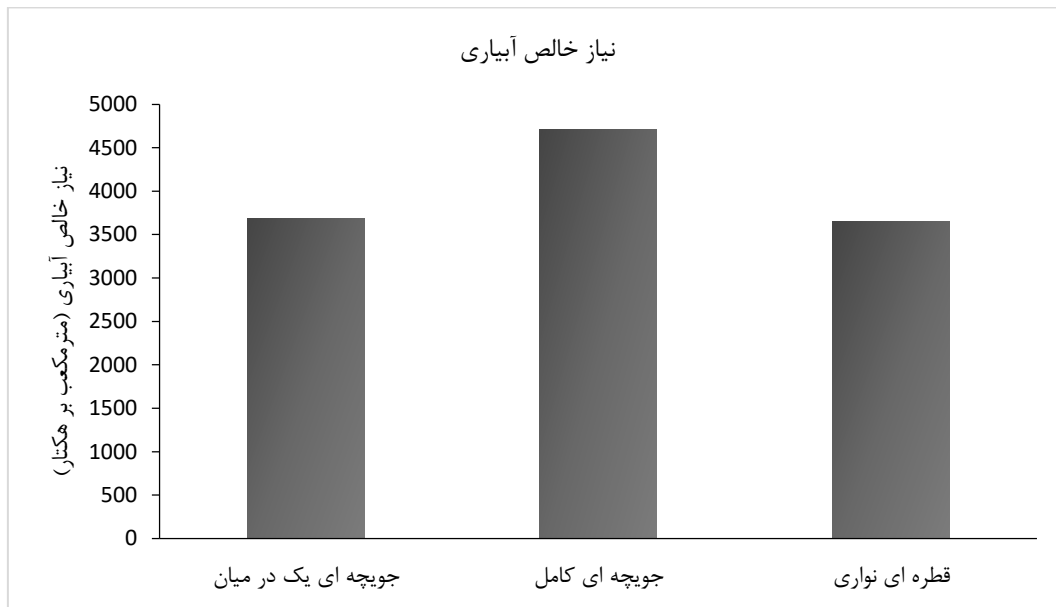
شکل (۲) تا (۵)، به ترتیب مقادیر حجم آب مصرفی، نیاز خالص آبیاری، راندمان کاربرد و بهره‌وری آب را برای سه روش مدیریت آبیاری به‌کارگرفته در این تحقیق نشان می‌دهد.

قطره‌ای نواری چون نیاز آبی گیاه به‌طور روزانه یا با دور آبیاری کوتاه تأمین می‌شود، بنابراین رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه‌ها در طول دوره رشد تقریباً ثابت باقی مانده و گیاه کمتر از نوسان‌های تنش آب صدمه می‌بیند پس فراهم بودن مستمر آب و مواد غذایی، کاهش تبخیر، کنترل بهتر علف‌های هرز، رساندن مستقیم آب به منطقه توسعه ریشه و دور بودن از تنش‌های آبی نیز طبعاً به رشد بهتر و تولید محصول بیشتر منتهی می‌شود.

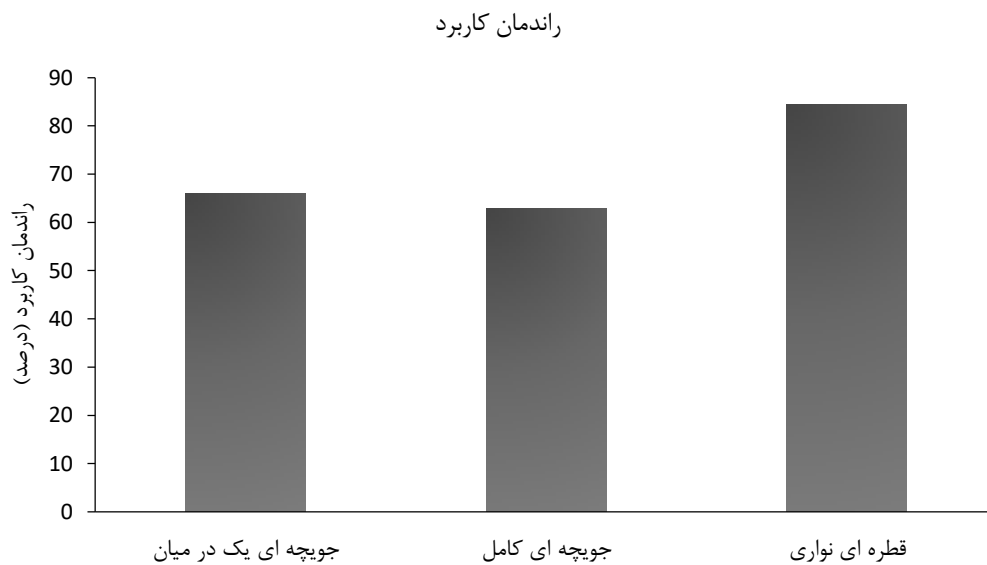
همچنین بین مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان، جویچه‌ای کامل و قطره‌ای نواری و عملکرد غده در واحد سطح اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. بین مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان و قطره‌ای نواری و عملکرد غده در بوته اختلاف



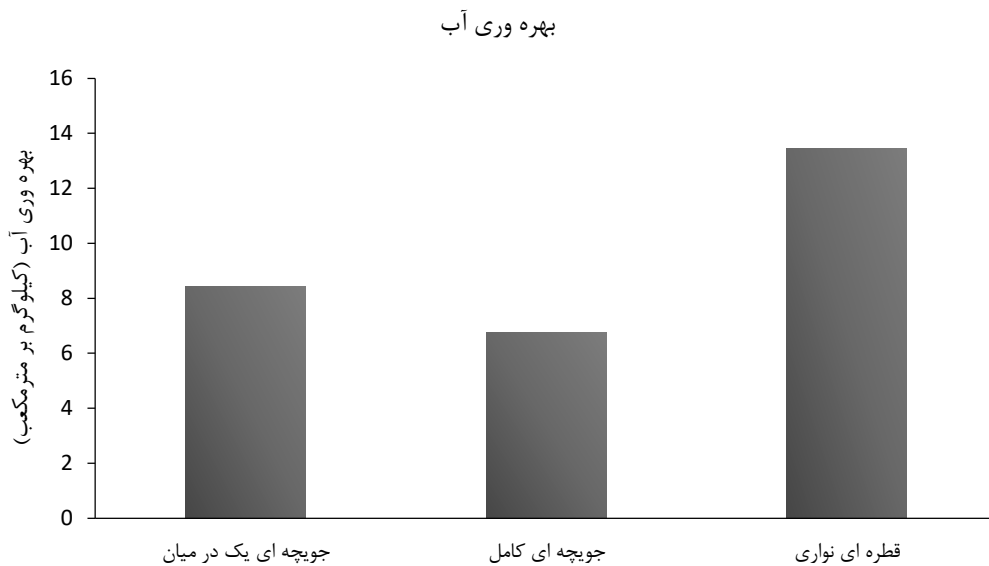
شکل ۲- حجم آب مصرفی برای کشت سیب‌زمینی با استفاده از سه مدیریت آبیاری



شکل ۳- نیاز خالص آبیاری برای کشت سیب زمینی با استفاده از سه مدیریت آبیاری



شکل ۴- راندمان کاربرد برای کشت سیب زمینی با استفاده از سه مدیریت آبیاری



شکل ۵- بهره‌وری آب برای کشت سیب‌زمینی با استفاده از سه مدیریت آبیاری

موضوع می‌تواند کاهش تبخیر از سطح خاک، عدم وجود رواناب سطحی و کنترل تلفات عمقی در آبیاری قطره‌ای باشد. همچنین راندمان کاربرد آب در دو روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای اختلاف زیادی را نشان داد؛ این اختلاف بیان‌کننده این موضوع می‌باشد که ریشه گیاه در آبیاری قطره‌ای نواری به‌خوبی از آب خاک استفاده لازم و کافی را برده است. یکی از جنبه‌های مهم برنامه‌ریزی دستیابی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اعمال مدیریت حفاظتی از منابع آب می‌باشد. در این راستا کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری مانند استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول و سطح زیر کشت را در پی دارد (Dagdelen et al., 2009). از طرفی دیگر یک روش ممکن است به‌خودی‌خود به‌خوبی طراحی شده باشد ولی در مقایسه با روش آبیاری دیگری که

با توجه به نتایج ارائه شده در شکل (۲)، میانگین حجم آب مصرفی برای مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، جویچه‌ای و قطره‌ای نواری به‌ترتیب برابر ۷۴۷۲/۵۵۶۰ و ۴۳۳۶ مترمکعب در هکتار به دست آمد. مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در مقایسه با مدیریت آبیاری جویچه‌ای موجب کاهش ۲۵/۶ درصدی حجم آب مصرفی شد؛ در صورتی که کاهش محصول در این مدیریت نسبت به آبیاری کامل ۷/۳ درصد می‌باشد. روش آبیاری قطره‌ای نواری در مقایسه با مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان و جویچه‌ای کامل به ترتیب موجب کاهش ۲۲ و ۴۲ درصدی حجم آب مصرفی با افزایش محصول شد. با توجه به شکل (۳) و (۴) کم‌ترین نیاز خالص آبیاری و بیشترین راندمان کاربرد به‌ترتیب مربوط به آبیاری قطره‌ای نواری، جویچه‌ای یک در میان و جویچه‌ای کامل است. دلایل احتمالی این

اهداف توسعه آبیاری کشاورزی را بهتر تأمین می‌کند، نامناسب باشد (Liaghat & Zamiadi, 2015). بنابراین یکی از مهم‌ترین راهکارهای صرفه‌جویی در مصرف آب تغییر روش آبیاری می‌باشد. امروزه استفاده از روش‌های نوین آبیاری که بتوانند تا حدودی به کاهش تلفات آب کمک نمایند ضرورت پیدا کرده است. با توجه به محدودیت منابع آبی کشور و لزوم کاشت سیب‌زمینی به‌عنوان یک محصول کشاورزی اشتغال‌زا و تأمین‌کننده امنیت غذایی و عامل ریشه‌کنی فقر در دنیا و از طرفی نیاز آبی بالای سیب‌زمینی و حساسیت زیاد آن به تنش رطوبتی، ایجاب می‌نماید که استفاده از فناوری‌های جدید برای آبیاری این محصول مورد توجه قرار گیرد و به نظر می‌رسد روش آبیاری قطره‌ای نواری در این تحقیق با کاهش آب مصرفی، یکی از راه‌های مبارزه با کم‌آبی برای کشت این محصول در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران باشد.

همچنین بر اساس نتایج ارائه شده در شکل (۵)، بیشترین بهره‌وری آب برابر ۱۳/۴۴ کیلوگرم در مترمکعب مربوط به روش آبیاری قطره‌ای نواری بود. روش آبیاری قطره‌ای نواری و آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در مقایسه با روش آبیاری جویچه‌ای کامل به ترتیب موجب افزایش ۹۸ و ۲۴/۶ درصدی بهره‌وری آب گردید. کم‌آبیاری بخشی ریشه (مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان در آبیاری سطحی) یکی از تکنیک‌های نوین آبیاری طی سال‌های گذشته است که نتایج بسیاری از مطالعات حاکی از افزایش میزان بهره‌وری آب و همچنین عدم

کاهش معنی‌دار محصول، در نتیجه اعمال این شیوه آبیاری بوده است. در این تکنیک، تنها نیمی از ریشه در هر نوبت، آبیاری شده و نیم دیگر خشک باقی می‌ماند. بخشی از ریشه که خشک مانده است، به‌عنوان یک عکس‌العمل فیزیولوژیکی در برابر تنش آبی، مقداری هورمون شیمیایی با نام آبسسیک اسید در ریشه تولید می‌کند که انتقال این ماده به شیره گیاهی باعث قلیایی شدن آن و کاهش میزان بازشدگی روزنه شده و موجبات کاهش هدر رفت آب را فراهم می‌آورد روند خاص توزیع زمانی و مکانی رطوبت در روش کم‌آبیاری ناقص ریشه، با افزایش میزان هدایت هیدرولیکی ریشه‌های قدیمی و توسعه ریشه‌های ثانویه موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی از خاک شده و یکی از دلایل افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب می‌باشد. در پژوهش (Molaei et al., 2015) که به مقایسه روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری بر روی سیب‌زمینی انجام شد، روش آبیاری قطره‌ای نواری بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب را داشت؛ به‌طوری‌که مقدار عملکرد محصول در واحد سطح آبیاری بارانی ۴۲ درصد کمتر از روش آبیاری قطره‌ای نواری بود. همچنین پژوهش (Parvizi & Ghadami Firouz, 2022)، حاکی از برتری روش آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری بارانی از نظر کاهش میزان مصرف آب (کاهش ۳۷ درصدی) و افزایش بازارپسندی محصول بود. (Ati et al., 2012) هم نشان دادند که کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای نواری (۱۰/۳ کیلوگرم بر

مترمکعب) به مراتب بیشتر از روش آبیاری نشتی (۵/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) بود.

در خصوص تحقیقات موردنیاز برای حل مسائل افزایش بهره‌وری آب، همان‌گونه که از شاخص آن مشهود است، باید به موازات کاهش مصرف آب (مخرج کسر) عملکرد محصول (صورت کسر) نیز افزایش یابد. در واقع اثرگذاری اقدامات و فعالیت‌های افزایش بهره‌وری آب زمانی دوچندان می‌گردد که این اقدامات، منجر به تغییرات در صورت و مخرج کسر (افزایش صورت و کاهش مخرج) به‌طور همزمان باشد. به عبارت دیگر برای حل معضل افزایش بهره‌وری آب، نگاه‌ها نباید فقط به بخش آب کشور معطوف گردد، بلکه باید نگرش ویژه‌ای به سایر بخش‌ها، نظیر زراعت و تغذیه گیاه نمود. در این اقدامات و راهکارهای افزایش عملکرد، گیاه نقش اساسی در کنار اقدامات صرفه‌جویی آب ایفا می‌نماید. بنابراین نگرش هم‌زمان به کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد به‌منظور افزایش بهره‌وری آب، رویکرد علمی‌تر و عملی‌تر برای نیل به اهداف برنامه‌های توسعه در کشور می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای نواری برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای داشت. دلیل این برتری، عملکرد بیشتر و میزان آب مصرفی کمتر در این روش می‌باشد. دلیل افزایش عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای نواری کاهش تلفات موادغذایی خاک در اثر تلفات نفوذ

عمقی، جذب بهتر عناصر غذایی در این روش توسط گیاه، کاهش تنش آبی وارده به گیاه در اثر کوتاه شدن دور آبیاری و کاهش عوامل بیماری‌زا در روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد. از طرفی فراهم بودن مستمر آب و موادغذایی و دور بودن از تنش‌های آبی نیز طبعاً به رشد بهتر و تولید محصول بیشتر منتهی می‌شود.

مقایسه دو مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان و جویچه‌ای کامل بر روی بهره‌وری آب در این تحقیق نشان داد، بیشترین مقدار این شاخص در آبیاری جویچه‌ای یک در میان بود. دلیل این افزایش، اثرگذاری اقدامات و فعالیت‌های افزایش بهره‌وری آب در این مدیریت است که منجر به تغییرات در صورت و مخرج کسر (افزایش صورت و کاهش مخرج) بهره‌وری آب به‌طور همزمان شده است، از آنجایی که برای بهبود بهره‌وری آب، باید به موازات کاهش مصرف آب (مخرج کسر)، عملکرد یا درآمد محصول (صورت کسر) نیز افزایش یابد؛ لذا توأم دیدن کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد برای بهره‌وری آب، رویکرد علمی‌تر و عملی‌تر برای نیل به اهداف برنامه‌های توسعه در کشور و امنیت غذایی از منابع محدود آب آبیاری می‌باشد. بنابراین به‌منظور استفاده بهینه از آب و افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی از طریق انتخاب روش آبیاری و مدیریت کم‌آبیاری مناسب و اصلاح و انتخاب واریته‌های مناسب گیاهی با توجه به شرایط محیطی رشد گیاه یک امر ضروری می‌باشد. از این رو برای افزایش سود کشاورزان و استفاده بهینه از منابع آب، به نظر

می‌رسد اعمال مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان در آبیاری سطحی و تغییر شیوه آبیاری از روش جویچه‌ای به روش قطره‌ای نواری در مناطق خشک و نیمه‌خشک مساعد کشت سیب‌زمینی راهکاری مناسب برای مقابله با معضل بحران آب و در نتیجه رسیدن به یک کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد.

REFERENCES

- Adib, M., Rangzan, N. and Naserin, A. (2022). Effect of variable and fixed alternate furrow irrigation on salinity, phosphorous and potassium concentration in soil of sugarcane field. *Agricultural Engineering*, 45(1), 97-117. In Farsi
- Ahmadi, S.H., Agharezaee, M., Kamgar-Haghighi, A.A., & Sepaskhah, A.R. (2014). Effects of dynamic and static deficit and partial root zone drying irrigation strategies on yield, tuber sizes distribution, and water productivity of two field grown potato cultivars. *Agricultural Water Management*, 134, 26-136.
- Akhavan, K. (2014). Improving the management of water use in the process of producing agricultural products (pressure irrigation with an emphasis on strip drip irrigation method). *Agricultural Promotion Coordination Management, Ardabil Province Agricultural Jihad Organization*. Promotional publication number 28. In Farsi
- Anonymous. (2020). *FAO Water Reports, Rome, Italy*, FAOSTAT.
- Asif, M. and Rafique, M.A. (2023). Effect of Drip and Furrow Irrigation on Yield, Water Productivity and Economics of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Grown under Semiarid Conditions. *Science Letters*, 8(2), 48-54.
- Ati, A. S., Iyada, A. D. and Najim, S. M. (2012). Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. *Annals of Agricultural Science*, 57, 99-103.
- Bakker, D. M., Raine, S. R. and Robertson, M. J. (1995). A preliminary investigation of alternate furrow irrigation for sugar cane production. Conference Proc. *Clean water-clean Environment-21st Century, Kansas City, Missouri, ASAE*.
- Dagdelen, N., Basal, H., Yılmaz, E., Gurbuz T. and S. Akcay. (2009). Different drip irrigation regimes affect Cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*. 69, 111–120.
- Dehghani, M., Noori Emamzadei, M. R., Shahnazari, A. and Gheysari, M. (2019). The effect of different furrow irrigation managements on water saving and efficiency of fodder corn in Isfahan. *Iran water and soil research*, 50 (8), 1899-1910. In Farsi
- Haghighati, B. (2015). The effect of different low irrigation managements on the efficiency of potato water consumption in two furrow and strip drip methods. *PhD thesis, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz*. In Farsi
- Hasan Panah, D., Akhavan, K. and Mousa Pour Ganji, A. (2018). Appropriate cultivation arrangement in drip irrigation (type) to increase yield and efficiency of water consumption in seed potato production fields. *Journal of Applied Potato Sciences*, 1 (2): 17-22. [In Persian]

- Kheyrabi, H., Tavakoli, A., Entesabi, M. and Salamat, A. (1996). Introducing the theoretical and practical aspects of the Penman-Monteith method and providing standard reference evaporation and transpiration for Iran. *Publications of Iran's National Irrigation and Drainage Committee. Publication No. 16-76*. In Farsi
- Liaghat, A. M. and Zamiadi, A. (2015). Choosing irrigation methods in agriculture. *Publications of Iran's National Irrigation and Drainage Committee*. In Farsi
- Marouf Nejad, A. and Ghasemi, Sh. (2017). The trend of temperature changes using the Mann-Kendall method (a case study of four cities in Chahar Mahal and Bakhtiari province), *Aamish Mohit Quarterly*, 37 (10), 149-166. [In Persian]
- Molaei, B., Gheisari, M., Mostafa Zadeh Fard, B., Landi, E. and Majidi, M. M. (2015). Investigating the performance and its characteristics for two potato varieties in rain and drip-strip irrigation methods. *Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources, Water and Soil Sciences*, 19 (71), 241-250. In Farsi
- Naderi, N. and Mohammadi, A. R. (2009). The effect of low irrigation with one-in-one furrow method in different stages of potato growth. *Agricultural Engineering Research Journal*, 8 (4), 19-32. In Farsi
- Parvizi, Kh. and Ghadami Firouz Abadi, A. (2022). Reducing the amount of water consumption in potatoes by changing the planting time and irrigation method in Hamadan province. *applied sciences of potato*, 5 (2), 33-40. In Farsi
- Sabah, A. and Ghafari Nejad, S. A. (2007). Determining the most appropriate amount of water consumption in drip irrigation and the best method of placing strips on potato yield in Jiroft region. *Journal of research and construction (agriculture and horticulture)*. 20 (79), 194-199. In Farsi
- Sepaskhah, A. R. and Ghasemi, M. (2008). Every-other-furrow irrigation with different intervals for sorghum. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 11(9), 1234-1239.
- Sheini Dashtgol, A., Jafari, S., Nabi Abasi, N. and Maleki, A. (2006). The effect of irrigation once in a while on the quantitative and qualitative characteristics of sugarcane in the south of Ahvaz fields. *National Conference of Irrigation and Drainage Networks. Shahid Chamran University of Ahwaz*. In Farsi



Comparison of Deficit Irrigation Management in the Method of Alternate Furrow Irrigation, Furrow Irrigation and Tape Drip Irrigation for Potato Crop

Bejan Haghghati¹ and Atefeh Sayadi Shahraki^{2*}

¹ Assistant professor, Soil and Water Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

² Researcher, Soil and Water Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

Corresponding Author's Email: sayadi.atefeh@gmail.com

(Received: June. 2, 2024– Accepted: September. 21, 2024)

ABSTRACT

This research was carried out to study the application of deficit irrigation in the method of alternate furrow irrigation in different stages of potato growth with full irrigation in two methods of furrow and tape drip irrigation in farm condition in the farm land of the Shahrekord region. For this purpose in the spring of 2018, three lands were selected in the vicinity of each other and cultivated with potato (CV Burren). In two pieces of land irrigation management based on deficit irrigation of alternate furrow and tape drip irrigation method and in another piece full irrigation management in furrow irrigation method was conducted. The results showed there was a significant difference between the amount of tubers yield, tubers yield per plant, number of tuber per plant and water amount in the plot compared to the control pieces. The amount of tubers yield in the method of alternate furrow irrigation, tape drip irrigation and furrow irrigation was 58.5, 46.8 and 50.5 ton/ha, respectively. The decrease in water amount in the method of alternate furrow irrigation and tape drip irrigation in comparison to full irrigation management in furrow irrigation method were 25.6 and 42 percent, respectively. Therefore, for optimizing water use, in areas where potatoes are irrigated by surface irrigation, method of alternate furrow irrigation and tape drip irrigation can be one of the ways to fight water scarcity cultivate this product in arid and semi-arid areas. Also, to increase Water Productivity, the best suggestions are using deficit irrigation in the method of alternate furrow irrigation and tape drip irrigation for potato production in the potato areas in the Shahrekord region and regions with similar climates.

Keywords: Productivity, Application Efficiency, Yield, Deficit Irrigation.