

تأثیر میزان آب مصرفی و روش‌های کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب در ارقام تجاری

سیب‌زمینی

(مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد اصفهان)

علیرضا مامن‌پوش^{1*}، محسن حیدری سلطان آبادی² و محسن دهقانی³

تاریخ دریافت: 1394/8/11 تاریخ پذیرش: 1394/11/21

چکیده

یکی از اصول استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی، افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاربرد روش‌های مناسب کاشت و ارقام مقاوم به کم آبیاری می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر میزان آب مصرفی و روش‌های کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام سیب‌زمینی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان اجرا شد. بدین منظور با استفاده از طرح کرت‌های دوبار خرده شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، اثر روش‌های کاشت یک ردیفه و دو ردیفه شیاری به عنوان کرت‌های اصلی، میزان آب مصرفی در روش جویچه‌ای شامل 60، 80، 100 و 120 درصد نیاز خالص آبیاری به عنوان کرت‌های فرعی و ارقام سیب‌زمینی شامل سانه، مارفونا و آریندا به عنوان کرت فرعی بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که در هر دو سال مورد تحقیق، تیمارهای آبیاری 100 و 120 درصد نیاز خالص آبیاری بیش‌ترین عملکرد سیب‌زمینی را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین اثر روش‌های کاشت بر تولید محصول نشان داد که در هر دو سال انجام آزمایش، کشت دو ردیفه نسبت به کشت یک ردیفه عملکرد بالاتری داشت در حالی که عملکرد محصول تحت تأثیر رقم سیب‌زمینی قرار نگرفت. در سال اول بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف آب به ترتیب با آبیاری به میزان 60 درصد نیاز خالص آبیاری و آبیاری به میزان 80 درصد نیاز خالص آبیاری مشاهده شد. در سال دوم اجرای آزمایش، تیمار آبیاری 60 درصد نیاز خالص آبیاری و 100 درصد نیاز خالص آبیاری، بیش‌ترین کارایی مصرف آب و تیمار 120 درصد نیاز خالص آبیاری، کم‌ترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص داد. به موجب این تحقیق، در مناطق با شرایط مشابه، آبیاری سیب‌زمینی با 100 درصد نیاز آبی، بیش‌ترین عملکرد و کارایی مصرف آب را به دنبال خواهد داشت. در صورت کمبود منابع آب، بیش‌ترین کارایی مصرف آب در آبیاری سیب‌زمینی با 60 درصد نیاز آبی به دست خواهد آمد. در هر دو حالت، کشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، ارقام سیب‌زمینی، رژیم آبیاری، کارایی مصرف آب، کشت یک ردیفه و دو ردیفه

مقدمه

داد که سیب‌زمینی در دوره ابتدای رشد حساسیت کم‌تری به آب دارد و در فاصله میان سبز شدن تا تمایز غده‌ها، آبیاری زیاد منجر به توسعه ریشه‌های سطحی می‌گردد. هم‌چنین میزان تولید محصول و اندازه قطر غده‌ها تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری متفاوت قرار می‌گیرد. شوک و همکاران تأثیر کم آبیاری را بر عملکرد سیب‌زمینی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که اندازه غده‌ها و عملکرد با اعمال کم آبیاری کاهش می‌یابد. این محققین بهترین رژیم آبیاری سیب‌زمینی از مرحله کاشت تا سبز شدن را آبیاری به صورت مداوم و سبک و از مرحله سبز شدن تا تشکیل غده را رژیم آبیاری با دور طولانی (برای جلوگیری از سطحی شدن ریشه‌ها) و برای مرحله بزرگ شدن غده‌ها رژیم آبیاری با دور آبیاری نصف مرحله قبل توصیه کردند (Shock et al., 1998). در پژوهشی اثر قطع آبیاری به مدت دو هفته در دو مرحله تشکیل غده و رسیدگی غده بر عملکرد

کمبود آب در بیش‌تر مناطق کشور از جمله استان اصفهان، موجب کاهش سطح زیر کشت و عملکرد محصولات کشاورزی گردیده و ضرورت استفاده بهینه از آب را نشان می‌دهد. یکی از روش‌های استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی، افزایش کارایی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی نظیر سیب‌زمینی است. سیب‌زمینی بعد از گندم، جو، برنج و ذرت با سطح زیر کشتی برابر 185400 هکتار، چهارمین محصول زراعی مهم در کشور می‌باشد (بی‌نام، 1391). بررسی‌های انجام شده توسط رئیسی (1370) نشان

1-2- استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

3- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

* - نویسنده مسئول: (Email: mamanpoush@gmail.com)

متناوب را بر گیاه سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که اعمال 30 درصد تنش بعد از مرحله رشد اولیه غده‌ها باعث حفظ محصول و افزایش راندمان مصرف آب در آبیاری متناوب نسبت به نمونه شاهد، گردیده است (Shahnazari et al., 2007). محمدی (1380) به منظور ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری سطحی، قطره‌ای تیپ و زیرسطحی آزمایشی با دو خط لترال و سه سطح 75، 100 و 125 درصد تبخیر و تعرق در مالزی انجام داد. نتایج نشان داد که تأثیر معنی‌داری بین سه سطح آب مورد نیاز بر روی عملکرد کل محصول وجود ندارد اما سامانه‌های آبیاری قطره‌ای تأثیر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دارند. بالاترین عملکرد با 14 تن در هکتار برای سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی (T-Tape) و در سطح 125 درصد تبخیر و تعرق به دست آمد. باغانی و همکاران (1386) تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و سه آرایش کاشت سیب‌زمینی را بر عملکرد در سه منطقه مشهد، اردبیل و دماوند مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در هر سه منطقه، تیمار کاشت دو ردیفه به فاصله 35 سانتی‌متر روی پشته و یک نوار آبیاری بیش‌ترین عملکرد را داشته است. در تحقیق دیگری نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی روش‌های آبیاری و آرایش کاشت سیب‌زمینی نشان داد که روش آبیاری بارانی و کشت دو ردیفه سیب‌زمینی بیش‌ترین عملکرد را تولید نموده است (سلیمانی پور و همکاران، 1390). آواری و هیواس در یک مزرعه آزمایشی، سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و کرتی را برای آبیاری سیب‌زمینی در 100 درصد آب مورد نیاز گیاه استفاده کردند. نتیجه آزمایش نشان داد که بیش‌ترین محصول و کارایی مصرف آب در سامانه آبیاری قطره‌ای به دست آمد (Awari and Hiwase., 1994). مطالعه اخوان و همکاران (1384) در بررسی اثر سه رژیم آبیاری 75، 100 و 120 درصد و دو روش آبیاری شیاری و تیپ بر عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی نشان داد که اختلاف کارایی مصرف آب در تیمارهای آب آبیاری 75 و 100 درصد معنی‌دار نبود. بیش‌ترین کارایی مصرف آب (4/49) کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار آب آبیاری 125 درصد به دست آمد. در بررسی تأثیر روش‌های آبیاری تیپ و شیاری، بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به روش آبیاری تیپ، تیمار نوار تیپ در عمق 5 سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته (4/68) کیلوگرم بر متر مکعب) و کم‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به آبیاری شیاری (3/32) کیلوگرم بر متر مکعب) بود. روش آبیاری تیپ سبب افزایش 41 درصدی کارایی مصرف آب نسبت به روش آبیاری شیاری گردید. سالمی و همکاران (1388) میانگین کارایی مصرف آب سیب‌زمینی (مقادیر WUE) در روش آبیاری تیپ را برابر 4/92 کیلوگرم بر متر مکعب به دست آوردند. مأم‌پوش و همکاران (1380) بازده کاربرد و کارایی مصرف آب در سیب‌زمینی را با روش آبیاری جویچه‌ای در منطقه فریدن اصفهان مطالعه و ارزیابی کردند. آن‌ها حداقل و حداکثر بازده کاربرد آب را 15/6 و 75/5 درصد و کارایی مصرف آب را 1/72

سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که عملکرد محصول در مرحله تشکیل غده 12 درصد و در مرحله رسیدن غده، حدود 42 درصد نسبت به روش آبیاری کامل با کاهش روبرو شد. با این وجود این کاهش عملکرد، با افزایش مقدار ماده خشک محصول جبران شده است (Karam et al., 2014). طبق این نتایج در صورت وجود محدودیت در منابع آب، صرفه‌جویی 10 تا 15 درصدی در مصرف آب، موجب تحویل حداکثری درآمد خواهد شد. در تحقیق دیگری رژیم‌های مختلف آبیاری بر روی 10 رقم سیب‌زمینی اعمال گردید. در این مطالعه تا 40 روز در همه تیمارها آبیاری کامل انجام شد. در تیمار اول، دور آبیاری 20 روز بود، در حالی که در تیمار دوم آبیاری دیگری اجرا نشد. نتایج نشان داد که عملکرد غده سیب‌زمینی در تیمار اول 22 درصد و در تیمار دوم 40 درصد، نسبت به تیمار شاهد (آبیاری کامل) کاهش یافته است (Carli et al., 2014).

اسکندری و همکاران (1390) تأثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که کاهش حجم آبیاری در سیب‌زمینی به دلیل سیستم ریشه‌ای سطحی و محدود این گیاه و حساس بودن به کمبود رطوبت خاک، به خصوص در زمان آغازش غده و غده‌بندی، باعث افت عملکرد غده این گیاه می‌گردد. طبق تحقیق اردلانی و همکاران (1392) در مورد کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در رژیم‌های مختلف آبیاری، بیش‌ترین عملکرد با تیمار آبیاری نواری دو ردیفه با رژیم آبیاری 70 درصد (میانگین 22070 کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین مقدار عملکرد با تیمارهای آبیاری نواری یک ردیفه و فارو با رژیم آبیاری 30 درصد به ترتیب 16410، 16200 کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بیش‌ترین کارایی مصرف آب با تیمار آبیاری نواری دو ردیفه با رژیم آبیاری 30 درصد معادل 9/8 کیلوگرم در متر مکعب و کم‌ترین کارایی مصرف آب با تیمار آبیاری فارو با رژیم آبیاری 70 درصد معادل 2 کیلوگرم در مترمکعب حاصل شد.

فابریو و همکاران گزارش کردند که آبیاری به صورت کامل قبل و در حین مراحل اولیه غده‌دهی سیب‌زمینی موجب افزایش تعداد غده و آبیاری به صورت کامل بعد از مراحل اولیه غده‌دهی باعث افزایش اندازه غده می‌شود. هم‌چنین رژیم‌های کم آبیاری در مراحل انتهایی رشد سیب‌زمینی کم‌ترین تأثیر را در عملکرد غده سیب‌زمینی داشته است (Faberio et al., 2001). احسان‌پور (1366) پس از مطالعه تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (شیاری) بر تعداد غده نتیجه گرفت که دوره‌های 4، 7 و 10 روز (35، 50 و 70 میلی‌متر تبخیر از تشت) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غده سیب‌زمینی ندارد. مرتضوی و رئیس‌ی (1379) در بررسی تأخیر آبیاری بر عملکرد و اندازه دو رقم سیب‌زمینی نشان دادند که تأخیر آبیاری موجب کاهش اندازه غده‌ها در رقم کوزیما شده است به نحوی که غده‌های ریز و متوسط در این رقم بیش‌تر از رقم مورن بوده است. شاه‌نظری و همکاران اثر آبیاری

کنتور حجمی اندازه‌گیری و از طریق لوله‌های برزنتی (آتش نشانی) به کرت‌های آزمایشی انتقال یافت. حجم آب آبیاری در تیمار 100 درصد نیاز خالص آبی، از کتابچه برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (فرشی و همکاران، 1376) محاسبه شد (جدول 1). حجم آب آبیاری در تیمارهای 60، 80 و 120 درصد نیاز آبی، به همان نسبت اختصاص یافت. با توجه به انتقال آب توسط لوله به شیارهای کشت، تنها بازده کاربرد آب در محاسبات لحاظ گردید. متوسط عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه را می‌توان با گرفتن نمونه‌های خاک، قبل و بعد از آبیاری در عمق توسعه ریشه، با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود (مأم‌پوش، 1380):

$$d = (\theta_f - \theta_i) \left(\frac{\rho_b}{\rho_w} \right) R_z \quad (1)$$

که در آن d = عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه (سانتی‌متر)، θ_i = رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، θ_f = رطوبت وزنی خاک بعد از آبیاری (24 تا 48 ساعت بعد از آبیاری)، ρ_b = جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، ρ_w = چگالی آب (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، R_z = عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر). بازده کاربرد آب در هر نوبت آبیاری از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$E_a = \frac{d}{D} \times 100 \quad (2)$$

که در آن E_a = بازده کاربرد آب و D = متوسط عمق آب آبیاری. عمق توسعه ریشه در 3 نوبت آبیاری با حفر گودال و اندازه‌گیری به وسیله خط‌کش تعیین شد. بازده کاربرد آب در سه مرحله از طول رشد گیاه برای هر یک تیمارهای آبیاری محاسبه و در اندازه‌گیری حجم آب آبیاری لحاظ گردید. مقدار متوسط بازده کاربرد آب در چهار تیمار 120، 100، 80، و 60 درصد نیاز آبی به ترتیب 76/7، 84/7، 91/13 و 60/8 درصد به‌دست آمد. دور آبیاری در منطقه کبوترآباد براساس شرایط آب و هوایی و عرف محل 4 روز در نظر گرفته شد.

پس از رسیدن محصول با حذف یک متری حاشیه‌های ابتدایی و انتهایی شیارهای آزمایشی، تمام غده‌های هر کرت آزمایشی برداشت گردید و تعداد غده‌های موجود، در دو اندازه درشت (بزرگ‌تر از 55 میلی‌متر) و متوسط (55-20 میلی‌متر) توزین و شمارش شدند. تفکیک غده‌ها در این دو اندازه به دلیل بررسی اثر تیمارهای آبیاری بر اندازه غده‌ها بوده است. معمولاً غده‌های سیب‌زمینی در این دو اندازه تفکیک و برای مصرف بذری یا خوراکی به بازار عرضه می‌شوند. به‌منظور نشان دادن دادن رابطه کمی میان رشد گیاه و میزان آب مصرفی آن، از رابطه کارآیی مصرف آب (رابطه 3) استفاده شد (نیری، 1382):

$$WP = \frac{Y}{W} \quad (3)$$

که در آن WP = کارآیی مصرف آب بر حسب کیلوگرم محصول

کیلوگرم بر متر مکعب به دست آوردند. در یک بررسی، مقادیر کارآیی مصرف آب 10 محصول زراعی انتخابی طی سال‌های 1993 تا 2006 در ایستگاه‌های تحقیقاتی 13 استان کشور تعیین گردید. براساس نتایج این بررسی، متوسط کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی، 2/37 کیلوگرم بر متر مکعب بود (Montazar and Kosari., 2007). تحقیق حاضر با عنایت به لزوم شناسایی و معرفی ارقام مقاوم سیب‌زمینی به کم آبیاری و تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت در جهت افزایش عملکرد، اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر میزان آب مصرفی و روش‌های کاشت بر کارآیی مصرف آب در ارقام تجاری سیب‌زمینی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان طی دو سال (1385-1386) اجرا گردید. ایستگاه مورد نظر در 25 کیلومتری شرق اصفهان با ارتفاع 1510 متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی 32 درجه و 31 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 51 درجه و 51 دقیقه شرقی، آب و هوای گرم و خشک و میانگین بلند مدت بارندگی حدود 110 میلی‌متر و دمای سالانه 15 درجه سانتی‌گراد واقع است. میزان بارندگی در سال‌های 1385 و 1386 به ترتیب 170/5 و 90/6 میلی‌متر و میانگین دما در دو سال مذکور به ترتیب 15/31 و 15/23 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. هدایت الکتریکی (EC) آب مورد استفاده 2/23 دسی‌زیمنس بر متر و بافت خاک تا عمق 60 سانتی‌متری لومی رسی سیلتی بود. به منظور اجرای این تحقیق از طرح آماری کرت‌های دو بار خرده شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. در این آزمایش، روش‌های کاشت یک ردیفه و دو ردیفه شیاری به عنوان کرت‌های اصلی، آب مصرفی به میزان 60، 80، 100 و 120 درصد نیاز خالص آبیاری (به ترتیب I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4) به عنوان کرت‌های فرعی و ارقام سیب‌زمینی شامل: سانته، مارفونا و آریندا به عنوان کرت‌های فرعی فرعی در نظر گرفته شد و اثر آن‌ها بر عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب مورد ارزیابی قرار گرفت.

در اجرای روش‌های (آرایش‌های) کاشت، ابتدا قطعه زمینی به مساحت 1650 مترمربع با شیب یکنواخت انتخاب و سپس مراحل تهیه زمین شامل شخم و ایجاد جوی و پشته‌ها اجرا گردید. با توجه به دو نوع آرایش مد نظر برای کشت سیب‌زمینی، فاصله پشته‌ها بر روی دو مقدار 70 سانتی‌متر (درکاشت یک ردیفه) و 80 سانتی‌متر (درکاشت دو ردیفه) و فاصله غده‌ها بر روی ردیف‌ها به میزان 20 سانتی‌متر تنظیم شدند. هر کرت آزمایش شامل چهار ردیف کشت به طول 6 متر در نظر گرفته شد. برای اجرای تیمارهای آبیاری، حجم آب مورد نیاز برای هر تیمار محاسبه گردید. این میزان آب پس از انتقال آب چاه ایستگاه به‌وسیله لوله تا سر زمین، توسط چهار عدد

بر متر مکعب آب، $Y =$ عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم و $W =$ حجم آب مصرف شده بر حسب متر مکعب. داده‌ها با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین‌های اثرات معنی‌دار شده با آزمون دانکن مقایسه شدند. قبل از انجام تجزیه واریانس مرکب دو سال و به منظور تعیین یکنواختی و متجانس بودن واریانس اشتباه آزمایش‌ها از آزمون بارتلت استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس آزمون بارتلت، امکان تجزیه مرکب دو سال نبود و نتایج هر سال به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول 1 - آب مورد نیاز سیب‌زمینی در منطقه اصفهان

ماه	دهه	ضریب گیاهی	تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر در روز)	نیاز خالص آبیاری (میلی‌متر در دهه)
اسفند	3	0/5	1/65	11/3
	1	0/5	1/80	14/2
فروردین	2	0/51	2/00	13/5
	3	0/51	2/00	19/8
	1	0/64	3/99	34/2
اردیبهشت	2	0/87	5/40	50/0
	3	1/1	6/36	60/7
	1	1/2	6/76	72/3
	2	1/2	7/16	70/7
خرداد	3	1/19	7/50	75/0
	1	1/13	7/35	73/2
	2	1/03	6/97	69/1
تیر	3	0/93	6/51	51/5

جدول 2 - تجزیه واریانس اثر روش کاشت، سطوح آبیاری و رقم بر عملکرد سیب‌زمینی

میانگین مربعات		عملکرد غده‌های درشت		عملکرد کل		درجات آزادی	منابع تغییرات
سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم		
32	59/3	92	17/7	71	48/6	2	تکرار
273*	131/8**	394 n.s	27/4**	1476**	96/4**	1	روش کاشت
12	11/0	21	7/1	27	12/2	6	خطای a
13 n.s	42/6**	142*	23/7**	149*	69/1**	3	آبیاری
6 n.s	24/6**	11 n.s	14/7**	2 n.s	42/6**	3	آبیاری * روش کاشت
7	5/9	40	1/9	70	2/5	8	خطای b
4 n.s	0/8 n.s	31	1/5 n.s	86 n.s	2/02 n.s	2	رقم
8 n.s	3/8 n.s	24 n.s	1/1 n.s	35 n.s	0/4 n.s	6	رقم * آبیاری
12 n.s	2/4 n.s	113 n.s	0/8 n.s	56 n.s	0/4 n.s	2	رقم * روش کاشت
8 n.s	1/9 n.s	28	0/9 n.s	40 n.s	1/41 n.s	6	رقم * روش کاشت * آبیاری
6	3/4	24	5/7	30	4/9	32	خطای c

n.s, **, * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 1 درصد و معنی‌دار در سطح 5 درصد

جدول 3- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر عملکرد سیب‌زمینی در سال اول

تیمار آبیاری	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
I ₁	17/6 b	10/8 ab	5/8 b
I ₂	18/6 b	10/1 b	7/3 ab
I ₃	25/9 a	14/4 ab	9/4a
I ₄	25/3 a	14/4 ab	8/3 ab

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 4- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر عملکرد سیب‌زمینی در سال دوم

تیمار آبیاری	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
I ₁	24/7 b	16 b	7/5 a
I ₂	26/6 b	15 b	9/5 a
I ₃	28/2 ab	18 b	9 a
I ₄	31/5 a	21/4 a	8/4 a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

- اثر سطوح آبیاری بر عملکرد سیب‌زمینی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که در سال اول سطوح آبیاری و روش کاشت و اثر متقابل آبیاری در روش کاشت بر عملکرد کل و عملکرد غده‌های درشت و متوسط در سطح یک درصد معنی دار بوده است. همچنین در سال دوم آزمایش اثر سطوح آبیاری بر عملکرد کل و عملکرد غده‌های درشت در سطح آماری 5 درصد معنی دار شد (جدول 2). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های سطوح آبیاری در سال اول (جدول 3) نشان داد که تیمار آبیاری I₃ (100 درصد نیاز خالص آبیاری) و تیمار I₄ (120 درصد نیاز خالص آبیاری) به ترتیب با میانگین تولید 25/931 و 25/289 تن در هکتار بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر از تیمار I₂ (80 درصد نیاز خالص آبیاری) و تیمار I₁ (60 درصد نیاز خالص آبیاری) به ترتیب با میانگین تولید 18/644 و 17/611 تن در هکتار برتری داشت.

در سال دوم، اعمال تیمار آبیاری 120 درصد نیاز خالص آبیاری (I₄) با میانگین تولید غده‌های درشت به میزان 21/4 کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری معنی دار نشان داد. از طرفی عملکرد کل در تیمار I₄ (31/5 تن در هکتار) نسبت به تیمار I₃ (28/2 تن در هکتار) بدون اختلاف معنی دار بود در حالی که عملکرد کل در تیمار I₂ (26/6 تن در هکتار) و I₁ (24/7 تن در هکتار) به صورت معنی دار کمتر از I₄ بود (جدول 4).

آتاها و همکاران، آزمایشی به مدت دو سال زراعی برای ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی بر محصول سیب‌زمینی در سه سطح نیاز آبی (75%، 100% و 125% از ETc) انجام دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری

تأثیر معنی داری بر عملکرد کل محصول ندارد. اما سیستم آبیاری قطره‌ای دارای تأثیر معنی داری بر عملکرد کل محصول بود و در کل بیش‌ترین محصول در استفاده از آبیاری قطره‌ای تیپ 1 در 125% از ETc به دست آمد (Attaher et al., 2004). این نتیجه مشابه نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر است به نحوی که در هر دو پژوهش، بیش‌ترین عملکرد در حداکثر آب مصرفی رخ داده است.

- اثر روش کاشت بر عملکرد سیب‌زمینی

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش (جدول 4) در سال اول، تأثیر روش کاشت بر هر سه نوع عملکرد کل، غده‌های درشت و غده‌های متوسط در سطح یک درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین‌های روش‌های کاشت در سال اول (جدول 5) نشان داد که تولید محصول در کشت دو ردیفه سیب‌زمینی به ترتیب با عملکرد کل 24/4 تن در هکتار، غده‌های درشت با عملکرد 14/2 تن در هکتار و غده‌های متوسط با عملکرد 9 تن در هکتار نسبت به کشت یک ردیفه با عملکرد کل 19/4 تن در هکتار، غده‌های درشت با عملکرد 11/3 تن در هکتار و غده‌های متوسط با عملکرد 6/4 تن در هکتار به صورت معنی دار افزایش یافته است. در سال اول اثر متقابل آبیاری در روش کشت بر عملکرد کل و عملکرد غده‌های درشت و متوسط در سطح یک درصد معنی دار گردید. طبق نتایج جدول 6 در دو تیمار آبیاری 60 و 80 درصد نیاز آبی، روش کشت سیب‌زمینی به صورت یک ردیفه یا دو ردیفه تغییر معنی داری در عملکرد ایجاد نکرد در

هر دو سال آزمایش اثر معنی داری بر عملکرد سیبزمینی در سطح آماری 5 درصد نداشت. مقایسه میانگین ارقام (جدول 8 و 9) نشان داد که بین ارقام سانه، مارفونا و آریندا از نظر عملکرد کل و عملکرد غده‌های درشت و متوسط در هر دو سال آزمایش تفاوت معنی داری وجود ندارد. تحقیقات آقارضایی و همکاران (1393) بر تأثیر کم آبیاری و آبیاری بخشی ریشه بر عملکرد و بهره‌وری آب در سه رقم سیبزمینی نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی داری از لحاظ تولید غده وجود نداشت، اما رقم آگریا با تولید 42/27 و 17/38 تن بر هکتار در هر دو سال زراعی نسبت به ارقام راموس و سانه به ترتیب 7 و 4 درصد عملکرد بیش‌تری تولید کرد. سلیمانی‌پور و همکاران (1390) در ارزیابی اقتصادی روش‌های آبیاری ارقام سیبزمینی بیان داشتند که عملکرد دو رقم آگریا و مارفونا با میانگین تولید 24083 و 23233 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری ندارند.

- کارایی مصرف آب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر روش کاشت، سطوح آبیاری و رقم بر کارایی مصرف آب در سیبزمینی در سال اول (جدول 10) نشان داد که تنها اثر متقابل سطوح آبیاری در روش کاشت در سطح آماری 5 درصد بر کارایی مصرف آب تأثیر معنی دار ایجاد کرد.

حالی که در تیمارهای 100 و 120 درصد نیاز آبی، کشت دو ردیفه به صورت معنی دار موجب افزایش عملکرد سیبزمینی شده است. در سال دوم، اثر روش کاشت بر عملکرد کل و عملکرد غده‌های متوسط به ترتیب در سطح یک و 5 درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین‌های روش کاشت (جدول 7) در سال دوم نشان داد که کشت دو ردیفه به ترتیب با عملکرد کل، عملکرد غده‌های درشت و عملکرد غده‌های متوسط به میزان 32/3، 19/7 و 10/6 تن در هکتار نسبت به کشت یک ردیفه برتری معنی داری دارد. به نظر می‌رسد با این‌که در کشت دو ردیفه، تراکم بوته در واحد سطح افزایش یافته است اما ثابت بودن فاصله کشت سیبزمینی بر روی ردیف‌ها (در دو روش کشت یک ردیفه و دو ردیفه) از کاهش اندازه غده‌ها جلوگیری کرده است. این در حالی است که نتایج سایر محققان نشان داد که افزایش فاصله کشت غده‌های بذری بر روی ردیف، عملکرد سیبزمینی را کاهش می‌دهد. همچنین در اثر افزایش فاصله کشت، غده‌های بذری درشت می‌شوند و کشت متراکم مناسب نمی‌باشد (Bohl, 2006). در پژوهش دیگری افزایش تراکم بوته و ساقه سیبزمینی موجب کاهش اندازه غده تولیدی و نهایتاً کاهش عملکرد گردیده است (Bussan et al., 2007).

- اثر رقم بر عملکرد سیبزمینی

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 4) رقم سیبزمینی در

جدول 5 - مقایسه میانگین‌های اثر روش کشت بر عملکرد سیبزمینی در سال اول

روش کشت	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
دو ردیفه	24/4 a	14/2 a	9 a
یک ردیفه	19/4 b	11/3 b	6/4 b

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 6 - مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح آبیاری در روش کشت بر عملکرد سیبزمینی در سال اول

سطوح آبیاری												
I ₄			I ₃			I ₂			I ₁			روش کشت
(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	
12/02a	18/94a	32/5a	10/71b	16/82b	28/95ab	6/73d	10/6d	18/21d	6/93d	10/54d	18/08d	دو ردیفه
6/1d	11d	18/08d	7/6c	13/35c	22/9c	6/5d	11/11d	19/07d	5/65d	10/07d	17/13d	یک ردیفه

(1)، (2) و (3) به ترتیب عملکرد کل، عملکرد غده‌های درشت و عملکرد غده‌های متوسط می‌باشد. در هر یک از عملکردها میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 7 - مقایسه میانگین‌های اثر روش کشت بر عملکرد سیبزمینی در سال دوم

روش کشت	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
دو ردیفه	32/3 a	19/7 a	10/6 a
یک ردیفه	23/3 b	15 b	6/7 b

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 8- مقایسه میانگین‌های اثر رقم بر عملکرد سیب‌زمینی در سال اول

رقم	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
آریندا	21/12 a	12/09 a	7/58 a
مارفو نا	22/23 a	12/81 a	7/64 a
سانته	22/24 a	13/29 a	7/92 a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 9- مقایسه میانگین‌های اثر رقم بر عملکرد سیب‌زمینی در سال دوم

رقم	عملکرد کل (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های درشت (تن بر هکتار)	عملکرد غده‌های متوسط (تن بر هکتار)
آریندا	29/3 a	18/4 a	9/1 a
مارفو نا	28/3 a	17/4 a	8/6 a
سانته	25/7 a	16/2 a	8/3 a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 10 - تجزیه واریانس اثر روش کاشت، سطوح آبیاری و رقم بر کارایی مصرف آب

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
سال اول	سال دوم		
2/64	0/84	2	تکرار
0/72 ^{n.s}	6/6*	1	روش کاشت
0/67	0/3	6	خطای (a)
2/64 ^{n.s}	7/08**	3	آبیاری
1/09*	0/19 ^{n.s}	3	آبیاری × روش کاشت
0/2	0/94	8	خطای (b)
0/109 ^{n.s}	0/8 ^{n.s}	2	رقم
0/033 ^{n.s}	0/49 ^{n.s}	2	رقم × روش کاشت
0/021 ^{n.s}	0/34 ^{n.s}	6	رقم × آبیاری
0/073 ^{n.s}	0/29 ^{n.s}	6	رقم × آبیاری × روش کاشت
0/064	0/45	32	خطای (c)

n.s, **, * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 1 درصد و معنی‌دار در سطح 5 درصد

درصد نیاز خالص آبیاری) بیش‌ترین کارایی مصرف آب (3/92) کیلوگرم بر متر مکعب و 3/69 کیلوگرم بر متر مکعب) و تیمار I₄ (120 درصد نیاز خالص آبیاری) کم‌ترین کارایی مصرف (2/52) کیلوگرم بر متر مکعب) را دارا است. مقایسه میانگین‌های اثر روش کاشت بر کارایی مصرف آب در سال دوم (جدول 12) نشان داد که کارایی مصرف آب در کشت دو ردیفه سیب‌زمینی نسبت به کشت یک ردیفه از نظر آماری بیش‌تر است. طبق این نتایج در هر دو سال بین ارقام سانته، مارفونا و آریندا از نظر کارایی مصرف آب تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

طبق نتایج جدول 10، در سال دوم اثر تیمار سطوح آبیاری در سطح یک درصد بر کارایی مصرف آب معنی‌دار گردید. بررسی میانگین‌های اثر متقابل سطوح آبیاری در روش کاشت (جدول 11) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف آب به ترتیب با آبیاری به میزان 60 درصد نیاز خالص آبیاری (2/95) کیلوگرم بر متر مکعب) و آبیاری به میزان 80 درصد نیاز خالص آبیاری (2/04) کیلوگرم بر متر مکعب) به‌دست آمد. در سال دوم اجرای آزمایش، نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های سطوح آبیاری (جدول 12) نشان داد که تیمار آبیاری I₁ و I₃ (60 درصد نیاز خالص آبیاری و 100

جدول 11- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح آبیاری در روش کاشت بر کارایی مصرف آب در سال اول

سطوح آبیاری				
روش کشت	I1	I2	I3	I4
یک ردیفه	2/95a	2/14cd	2/36bcd	2/85abc
دو ردیفه	2/72ab	2/04d	2/63abc	2/44abcd

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

جدول 12- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری، رقم و روش کاشت بر کارایی مصرف آب در سال دوم

روش کاشت	سطوح آبیاری				رقم	روش کاشت
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄		
یک ردیفه	3/17b	3/69a	3/87a	3/2a	آریندا	دو ردیفه
دو ردیفه	3/92a	3/52c	3/16a	3/2a	مارفو نا	یک ردیفه
کارایی مصرف آب	3/17b	3/69a	3/87a	3/2a	سانته	3/38a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح آماری 5 درصد فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند (آزمون دانکن).

بر خلاف این نتایج، اخوان و همکاران (1384) بیش‌ترین کارایی مصرف آب در سیب‌زمینی را به میزان 4/49 کیلوگرم بر متر مکعب، در تیمار آب آبیاری 125 درصد نسبت به 75 و 100 درصد به‌دست آوردند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی دو ساله این تحقیق در منطقه کبوترآباد اصفهان نشان داد که سطوح آبیاری 100 و 120 درصد نیاز خالص آبیاری از نظر عملکرد کل و غده‌های درشت، بیش‌ترین مقدار تولید سیب‌زمینی را نشان داد. مقایسه روش‌های کاشت سیب‌زمینی بر عملکرد محصول نشان داد که کشت دو ردیفه نسبت به کشت یک ردیفه برتری دارد. عملکرد محصول تحت تأثیر رقم سیب‌زمینی قرار نگرفت و هر سه رقم سیب‌زمینی واکنش یکسانی به تغییرات میزان آب آبیاری و آرایش کاشت دادند. کارایی مصرف آب به عنوان یک شاخص مهم در شناسایی عملکرد گیاه در مقابل آب مصرفی اندازه‌گیری شد و نتایج دو سال حاکی از آن بود که بیش‌ترین کارایی مصرف آب در آبیاری با 60 درصد نیاز خالص آبی به دست می‌آید. روش یا آرایش کاشت موجب تغییر عملکرد محصول گردید و بالتبع آن کارایی مصرف آب نیز تحت تأثیر قرار گرفت. طبق نتایج این تحقیق، آبیاری سیب‌زمینی با 100 درصد نیاز آبی، بیش‌ترین عملکرد و کارایی مصرف آب را به دنبال خواهد داشت. اما در مناطق مشابه با شرایط اقلیمی کبوترآباد که با محدودیت منابع آب روبرو هستند، بیش‌ترین کارایی مصرف در آبیاری سیب‌زمینی با 60 درصد نیاز آبی قابل حصول است. مستقل از میزان آبیاری، کشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه از عملکرد بالاتری در تولید سیب‌زمینی برخوردار است.

منابع

احسان پورا، 1366. تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری در تعداد غده، پراکندگی وزنی، عملکرد محصول چهار وارته مختلف سیب زمینی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی.

اخوان‌س، موسوی، س.ف.، مصطفی‌زاده فرد، ب. و قدمی فیروزآبادی، ع. 1384. تأثیر روش و رژیم‌های مختلف آبیاری در زراعت سیب‌زمینی. چهارمین کنگره علوم باغبانی. دانشگاه فردوسی مشهد.

اردلانی، ح.، بابازاده، ح. و کاوه، ف. 1392. عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی تحت تأثیر کم آبیاری. مجموعه مقالات اولین همایش ملی بهینه‌سازی مصرف آب. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

اسکندری، ع.، خزاعی، ح.، نظامی، ا.، کافی، م. و مجدآبادی، ع. 1390. تأثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). 25: 210-201.

آقارضایی، م.، احمدی، س.ج.، کامگار حقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع.ر. و جوانمردی، ج. 1393. اثر کم آبیاری و آبیاری بخشی ریشه بر عملکرد و بهره‌وری آب سه رقم سیب‌زمینی. دومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه، موسسه تحقیقات خاک و آب.

باغانی، ج.، صدیق‌زاد، ح. و کانونی، ا. 1386. اثر آرایش کاشت و مقادیر

- Attaher, S.M., Medany, M.A., Abdel Aziz, A.A and Mostafa, M.M. 2004. Energy requirements and yield of drip irrigated potato. International Symposium on the Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture. Available at: http://www.actahort.org/books/608/608_24.htm
- Awari, H.W and Hiwase, S.S. 1994. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. *Annals of Plant Physiology*. 8.2: 185-187.
- Bohl, W.H. 2006. Consequences of poor potato planting. Idaho conference, January 18.
- Bussan, A.J., Mitchell, P.D., Copas, M.E and Drilias, M.J. 2007. Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. *Crop Science*. 47: 2462-2472.
- Carli, C., Yuldashev, F., Khalikov, D., Condori, B., Mares, V and Monneveux, P. 2014. Effect of different irrigation regimes on yield, water use efficiency and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the lowlands of Tashkent, Uzbekistan: A field and modeling perspective. *Field Crops Research*. 163: 90-99.
- Faberio, C., Martin de Santa Olalla, F and de Juan, J.A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agricultural Water Management*. 48: 255-266.
- Karam, F., Amacha, N., Fahed, S., EL Asmar, T and Domínguez, A., 2014. Response of potato to full and deficit irrigation under semiarid climate: Agronomic and economic implications. *Agricultural Water Management*. 142: 144-151.
- Montazar, A and Kosari, H. 2007. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. Proceeding of the international conference of water saving in Mediterranean agriculture and future needs. Valenzano (Italy). Series B. 56(1): 109-120.
- Shahnazari, A., Fulai, L., Anderson, M.N., Jacobsen, S.E and Jensen, C.R. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions". *Field Crops Research*. 100: 117-124.
- Shock, C.C., Feibert, E.B.G and Saunders, L.D. 1998. Potato yield and quality response to deficit irrigation. *HortScience*. 33.4: 655-659.
- آب در آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سیب زمینی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. 8. 4: 81-94.
- بی‌نام. 1391. آمارنامه کشاورزی، جلد اول محصولات زراعی سال زراعی 90. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی.
- رئیس، ف. 1370. تعیین آب مورد استفاده سیب‌زمینی. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، وزارت کشاورزی.
- سالمی، ح و مرتضوی، ا. 1388. ارزیابی و مقایسه فنی - اقتصادی روش‌های آبیاری (قطره‌ای نواری، بارانی و شیاری) و روش‌های کاشت (یک ردیفه و دو ردیفه) روی ارقام تجارته سیب‌زمینی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، 46 صفحه.
- سلیمانی پور، ا.، باقری، ا. و واثقی، ا. 1390. ارزیابی اقتصادی روش‌های آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد ارقام سیب‌زمینی در استان اصفهان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. 3. 1: 143-164.
- فرشی، ع.، شریعتی، م.، جارالهی، ر.، شهبابی فر، م و تولائی، م. 1376. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. گیاهان زراعی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه آموزش کشاورزی. کرج. جلد اول. 900 صفحه.
- مأمّن پوش، ع.، عباسی، ف و موسوی، ف. 1380. ارزیابی بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. 9. 2: 43-58.
- محمدی، ع. 1380. اثر تنش رطوبتی بر رشد و عملکرد دو رقم سیب‌زمینی. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود).
- مرتضوی بک، ا. و رئیس، ف. 1379. تأثیر تاخیر آبیاری و تاریخ برداشت بر خواص کمی و کیفی ارقام سیب‌زمینی کوزیما و مورن. نشریه علمی و پژوهشی نهال و بذر. 16. 2: 159-171.
- نیریزی، س. 1382. تحلیلی بر کارایی مصرف آب. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران.

The Impact of Water Consumption and Planting Methods on Yield and Water Use Efficiency in Potato Varieties (Case Study: Kaboutarabad Agricultural Research Station of Isfahan)

A. Mamanpoush^{1*}, M. Heidari soltanabadi² and M. Dehghani³

Received: Sep.02, 2015

Accepted: Feb.10, 2016

Abstract

One of the principles of water efficient use in agriculture is to increase the water use efficiency through appropriate planting methods and resistant varieties to deficit irrigation. This study was carried out to evaluate the effects of water consumption and planting methods on yield and water use efficiency of the potato in Kaboutarabad Agricultural Research Station (Isfahan Region). For this purpose, using a split-split plot design based on Randomized complete block with three replications, the effects of planting methods (single-rows and double-rows planting) as main plot, water consumption (60, 80, 100 and 120 percent of the net water requirement) as sub plot and potato varieties (Sante, Marfuna and Rynda) as sub-sub plot were investigated. The results showed that in both years, the yield of potato was higher in the irrigation with 100 and 120 percent of net water requirement. In addition, double-rows planting had higher yield compared to single row planting while the yield was not affected by the potato varieties. In the first year, the lowest and highest water use efficiency were observed in 60 percent of net water requirement with single-row planting and 80 percent of net water requirement with double-rows planting treatments, respectively. In second year, lowest water use efficiency was observed in 60 and 100 percent of net water requirement treatment while highest water use efficiency was occurred in 120 percent of net water requirement treatment. According to this research, in the areas with the same conditions, potato irrigation with 100 percent of net water requirement leads to the highest yield and water use efficiency. In case of water source shortage, the highest water use efficiency is occurred with 60 percent of net water requirement. In both cases, double-rows planting method is preferred to single row planting.

Keywords: Irrigation regimes, Furrow irrigation, Water use efficiency, Single-row and Double-rows Planting, Potato varieties.

1,2- Assistant Professor, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research Center

3- Researcher, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research Center

(*-Corresponding Author Email: mamanpoush@gmail.com)