تأثیر کم‌آبیاری در مراحل اولیه رشد بر عملکرد رقم های تجاری سیب‌زمینی[۱]

EFFECTS OF DEFICIT IRRIGATION AT EARLY GROWTH STAGES ON YIELD OF COMMERCIAL POTATO CULTIVARS

احمد مرتضوی بک، رضا امین پور و سید فرهاد موسوی[۲]

چکیده

تنش رطوبتی به صورت محدود کردن میزان و دفعات آبیاری، بر گیاهان اثرگذار است. به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی در مرحله اولیه رشد بر عملکرد و اندازه ژوخه (غده) رقم های سیب‌زمینی، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی طی دو سال ۸۱-۱۳۸۰ در ایستگاه پژوهشی رزوه فریدن در استان اصفهان انجام شد. کرت‌های اصلی شامل پنج سطح تنش رطوبتی درست پس از روئیدن بوته‌ها بود به طوری که در تیمارهای مختلف، اولین آبیاری به ترتیب پس از: I_1=۱۶۰، I_2= ۲۴۰، I_3=۳۲۰، I_4= ۴۰۰ و I_5= ۱۶۰+۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد (که به ترتیب معادل ۱۶، ۲۳، ۲۹، ۳۵ و ۱۶+۱۵ روز بود). در تیمار I_5 = ۱۶۰+۱۶۰، اولین آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر و دومین آبیاری نیز پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر دیگر از تشت تبخیر انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی در همه تیمارها پس از تخلیه ۳۵ تا ۴۰٪ رطوبت قابل استفاده خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری انجام شد. کرت‌های فرعی شامل رقم های 'مارفونا'، 'کنکورد '، 'آگریا ' و 'کوزیما ' بود. نتایج نشان داد که تیمار I_2 (اولین آبیاری پس از ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت) با تولید ۳۳/۳۵ تن در هکتار عملکرد کل و ۱۹/۰۴ تن در هکتار ژوخه های درشت (بزرگتر از ۵۵ میلی‌متر) بیشترین عملکرد را داشت. کمترین عملکرد کل و ژوخه های درشت (به ترتیب ۲۸/۵۶ و ۱۴/۸۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار I_5 بود. بین عملکرد ژوخه های متوسط (۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر) در تیمارهای مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری نبود. عملکرد ژوخه های ریز (کوچکتر از ۳۵ میلی‌متر) در تیمار I_5 نسبت به سایر تیمارهای آبیاری افزایش معنی‌داری نشان داد اما سایر تیمارها در یک سطح آماری قرار گرفتند. تعداد ساقه اصلی در تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشت. رقم 'مارفونا' با افزایش معنی‌داری نسبت به سایر رقم ها، بیشترین عملکرد کل و ژوخه های درشت (به ترتیب ۳۶/۲۱ و ۲۲/۹۹ تن در هکتار) را تولید نمود. رقم 'آگریا' پس از 'مارفونا' بیشترین ژوخه های درشت را تولید کرد. عملکرد کل رقم 'کنکورد' پس از 'مارفونا' نسبت به 'آگریا' و 'کوزیما' برتری نشان داد. همچنین عملکرد ژوخه های متوسط و ریز رقم 'کنکورد' نسبت به سایر رقم ها افزایش معنی‌داری داشت. میانگین بازده مصرف آب در تیمارهای ۱۶۰، ۲۴۰، ۳۲۰، ۴۰۰ و ۱۶۰+۱۶۰ به ترتیب ۳/۵۴، ۳/۹۰، ۳/۷۳، ۳/۷۴ و ۳/۲۸ کیلوگرم ژوخه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی محاسبه گردید.

واژه‌های کلیدی : بازده مصرف آب، سیب‌زمینی، عملکرد ژوخه، محدودیت آبیاری.

۱- تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱/۲۱

۲- به ترتیب پژوهشگران مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و استاد گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، جمهوری اسلامی ایران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

از آنجا که ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و در این مناطق آب لازم برای تولید محصولات کشاورزی به طور کلی از طریق آبیاری تأمین می‌شود و با توجه به محدود بودن منابع آب کشور، جهت نیل به اهداف خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی، نیاز به انجام پژوهش های پی در پی در رابطه با استفاده بهینه از منابع آب و افزایش کارآیی آبیاری در تولید محصولات مختلف می‌باشد.

یکی از مشکل های تولید سیب‌زمینی در منطقه فریدن اصفهان، کمبود آب آبیاری و همزمانی نیاز گندم و جو به آب با این محصول می‌باشد. برای رشد و نمو گیاه سیب‌زمینی باید رطوبت مناسب، تهویه و نور کافی وجود داشته باشد (۱۰، ۱۵). نیاز گیاه سیب‌زمینی به آب در طول دوره رشد متفاوت است. به طوری که در مراحل اولیه رشد و نیز در مرحله رسیدن ژوخه‌ها حساسیت کمتری به تنش رطوبتی دارد (۲، ۸). این در حالی است که در سایر مراحل رشد و نمو، گیاه به رطوبت بیشتری نیاز دارد. بررسی‌ها نشان داده است که از هنگام کاشت تا روئیدن ژوخه‌ها، خاک اطراف ژوخه‌ها باید مرطوب باشد ولی نباید اشباع گردد. آبیاری زیاد نه تنها مانع تشکیل ریشه عمقی گشته، بلکه موجب تشکیل ریشه‌های ضعیف و سطحی می‌گردد. بنابراین در این مراحل باید دور آبیاری را طولانی‌تر نمود (۲، ۱۹).

بررسی‌های متعدد نشان داده که از زمان تمایز ژوخه‌ها تا نزدیکی زمان بلوغ، مرحله حساس به کم آبی است و در این مرحله نباید گیاه تحت تنش رطوبتی قرار گیرد. کمبود آب در این مرحله تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد سیب زمینی نسبت به سایر مراحل دارد (٦، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ١٦). از سوی دیگر، آبیاری‌های متعدد در فاصله زمانی بین روئیدن تا تشکیل ژوخه‌ها نیز سبب تولید ریشه‌های ضعیف سطحی گشته و بر عملکرد اثر منفی می‌گذارد. در این دوره رشد، آبیاری با دور طولانی توصیه شده است (۱۹).

شاک و همکاران[1] (۱۷) اظهار داشتند که سیب‌زمینی در دوره اولیه رشد رویشی (قبل از ژوخه‌بندی) حساسیت کمتری نسبت به کم‌آبی دارد و می‌تواند میزانی از تنش رطوبتی را بدون کاهش معنی‌دار عملکرد تحمل کند. با این وجود، آزمایش‌ها نشان داده که تحمل به خشکی در همه رقم های سیب‌زمینی یکسان نیست. بنابراین در تنظیم زمان آبیاری سیب‌زمینی در هر منطقه باید به نوع رقم نیز توجه داشت و هنگام ورود رقم های جدید، تحمل به خشکی آن ها در منطقه بررسی گردد (١٤). اقبال و همکاران (۱۳) در آزمایشی در پاکستان با اعمال تنش رطوبتی (آبیاری در حد ۵۰٪ تبخیر و تعرق) در مراحل استقرار بوته‌ها، گل‌دهی، تشکیل ژوخه‌ها و رسیدگی، گزارش کردند که بیشترین حساسیت به تنش رطوبتی در مرحله گل‌دهی و تشکیل ژوخه‌ها بوده و اعمال تنش در زمان رسیدگی کمترین کاهش عملکرد و بیشترین بازده مصرف آب را به همراه داشت.

بر اساس نظر ون لون[2] (۲۰) تنش رطوبتی و دما مهمترین عوامل اثرگذار بر عملکرد و کیفیت سیب‌زمینی می‌باشند. وی دریافت که در هنگام تنش آبی سطح برگ و نیز فتوسنتز در واحد سطح برگ در

۱- Shock *et al.* ۲- Van Loon

Archive of SID

www.SID.ir

سیب‌زمینی کم می‌شود. استین و همکاران[1] (۱۸) گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش آهنگ رشد و در نتیجه شاخساره کوچکتر می‌گردد. گندار و تانر[2] (۱۱) و هنگ و میلر[3] (۱۲) گزارش کردند که تنش رطوبتی سبب کاهش عملکرد، اندازه گیاه و سطح برگ می‌شود.

مرتضوی بک و رئیسی (۱۳) در یک آزمایش سه ساله در شرایط منطقه فریدن اصفهان، اثر تأخیر آبیاری قبل از شروع ژوخه‌دهی را بر عملکرد رقم های سیب‌زمینی 'مورن' و 'کوزیما' بررسی و گزارش کردند که تأخیر ۳۶ روز آبیاری، بعد از روئیدن بوته‌ها، تأثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد نداشت. در آزمایشی دیگر، مرتضوی بک و اکبری (٤) با محاسبه میزان آب مصرفی بر اساس تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و اعمال ضریب تشت و ضریب گیاهی، تیمارهای ۵۰، ۷۵ و۱۰۰٪ آب مورد نیاز (با دور آبیاری کامل) و تیمار ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر (اولین آبیاری پس از روئیدن پس از ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) را توسط آبیاری بارانی، بر عملکرد رقم های 'کوزیما' و 'مورن' در منطقه فریدن بررسی و گزارش نمودند که اعمال تیمار۲۱۰ میلی‌متر تبخیر سبب کاهش عملکرد نسبت به تیمار ۱۰۰٪ آب مورد نیاز گردید. البته عملکرد ژوخه در این تیمار نسبت به تیمارهای۵۰ و۷۵٪ آب مورد نیاز به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین بازده آب مصرفی در این تیمار بیشتر از سایر تیمارها بود.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر کم‌آبیاری در مراحل اولیه رشد (از روئیدن کامل تا تشکیل ژوخه‌ها) بر عملکرد رقم های تجاری سیب‌زمینی در منطقه رزوه فریدن اصفهان و تعیین بهترین تیمار آبیاری برای دست یابی به عملکرد مطلوب ژوخه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در مزرعه پژوهشی رزوه فریدن اصفهان واقع در طول جغرافیایی ′۳٦ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ′۵۰ °۳۲ شمالی انجام شد. متوسط بارش و دمای سالانه در این منطقه حدود ۳۲٦ میلی‌متر و ۱۰/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. زمین مورد کشت در سال قبل از آزمایش آیش بود. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، بافت خاک در کرت‌های آزمایشی رس سیلتی (درصد شن، سیلت و رس به ترتیب ۱۴/۴، ۴۱/۲ و ۴۴/۴)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۰/۹۵ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته خاک حدود ۷/۷، میزان نیتروژن خاک بر اساس کربن آلی حدود ۰/۴۵٪، فسفر و پتاسیم قابل دسترس در سال اول به ترتیب ۲۶ و ۴۲۰ و در سال دوم ۲۵/۵ و۴۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک و مقدار رطوبت خاک تا عمق ٦۰ سانتی‌متری در گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۲۵/٦ و ۱۵/٦٪ وزنی تعیین گردید. قبل از کاشت و در طول دوره داشت، کودهای لازم بر اساس توصیه‌های کودی مربوطه اعمال شد (۵).

آزمایش به صورت طرح کرت های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل پنج رژیم آبیاری بود به طوری که در تیمارهای مختلف، اولین آبیاری پس از روئیدن بوته‌ها به ترتیب بعد از: I_1=۱٦۰، I_2= ۲٤۰، I_3=۳۲۰، I_4= ٤۰۰ و I_5= ۱٦۰+۱٦۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد (به ترتیب معادل ۱۶، ۲۳، ۲۹، ۳۵ و ۱۶+۱۵ روز). در تیمار

۱- Steyn *et al.* ۲- Gandar and Tanner ۳- Hang and Miller

Archive of SID

www.SID.ir

I_5 = ۱۶۰+۱۶۰، اولین آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر و آبیاری دوم نیز پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر دیگر از تشت تبخیر انجام شد. این تیمار به این دلیل انتخاب شد که اثر تنش دوم بعد از آبیاری اول را بر عملکرد نشان دهد (گرچه از لحاظ طول دوره بدون آبیاری تا حدودی شبیه تیمارهای I_3 و I_4 بود). فاکتور فرعی شامل چهار رقم سیب‌زمینی 'مارفونا' (زودرس)، 'کنکورد' (نیمه زودرس)، 'آگریا' (میان رس) و 'کوزیما' (دیررس) بود.

عملیات کاشت در نیمه دوم اردیبهشت انجام شد. کشت به صورت جوی و پشته با فاصله ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متر، فاصله گیاهان روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در کرت‌هایی به طول ٦ متر و هر کرت شامل ٦ خط انجام گرفت. به منظور جلوگیری از نشت آب، فاصله بین کرت‌های اصلی و نیز جوی با کرت‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. بعد از اعمال تیمارهای آبیاری، آبیاری‌های بعدی تا زمان رسیدگی، پس از تخلیه ۳۵ تا ٤۰٪ رطوبت قابل استفاده تا عمق ٦۰ سانتی‌متری خاک انجام شد (۷). به این منظور هر ۵ روز یک بار رطوبت موجود در خاک کرت‌ها، با نمونه‌برداری از عمق صفر تا ٦۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. میزان آب مصرفی بر اساس تبخیر از تشت کلاسA با اعمال ضریب تشت (K_p) و ضریب گیاهی (K_c) بر اساس روش پنمن – مونتیس[۱] محاسبه و اعمال گردید (۱، ٤). بدین ترتیب میانگین کل آب مصرفی در تیمارهای I_1 تا I_5 به ترتیب۸۹۰ ، ۸۵۵ ، ۸۲۵ ، ۷۹۰ و ۸۷۰ میلی‌متر شد. از زمان کاشت به بعد، میزان بارش درسال اول ۳۸ میلی‌متر (در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور به ترتیب ۱۷/۵، ۱۵، صفر، ٤/۵ و ۱ میلی‌متر) و در سال دوم ۳۵ میلی‌متر (۳٤/۵ و ۰/۵ میلی‌متر به ترتیب در ماه‌های اردیبهشت و تیر) بود.

در طول دوره رشد گیاه، مدیریت مزرعه اعمال گردید. برای محاسبه میانگین تعداد ساقه اصلی هر بوته، تعداد ساقه اصلی ۵ بوته متوالی از وسط هر کرت در اواسط دوره رشد شمارش گردید. در زمان برداشت، برای محاسبه عملکرد کل، ژوخه های حاصله در اندازه‌های درشت (با قطر بیش از ۵۵ میلی‌متر)، متوسط (با قطر ۵۵-۳۵ میلی‌متر) و ریز (با قطر کمتر از ۳۵ میلی‌متر)، نمونه‌ها از طول ٤ متر پی در پی وسط چهار خط میانی هر کرت، برداشت و توزین گردیدند. نتایج دو ساله به دست آمده از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

تفاوت عملکرد کل و ژوخه های ریز و درشت بین سطوح آبیاری در سطح ۱٪ آماری معنی‌دار است، اما تیمارهای آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ژوخه های متوسط و تعداد ساقه اصلی در بوته نداشتند.

مقایسه میانگین‌های عملکرد کل، ژوخه های درشت، متوسط و ریز، بین سطوح مختلف تیمارهای آبیاری درجدول ۱ نشان می‌دهد که تیمار I_2 (اولین آبیاری پس از ۲٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) با تولید ۳۳/۳۵ و ۱۹/۰٤ تن در هکتار به ترتیب بالاترین مقدار عملکرد کل و ژوخه های درشت را در میان تیمارهای آبیاری داشت و تیمار I_5 (آبیاری پس از ۱۶۰+۱۶۰ میلی‌متر تبخیر) کمترین مقدار عملکرد کل

۱- Penman- Montieth

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۸/۵۶ تن در هکتار) و ژوخه های درشت (۱٤/۸٦ تن در هکتار) را تولید نمود، هر چند که عملکرد کل و ژوخه های درشت تیمار I_4 (آبیاری پس از ٤۰۰ میلی‌متر تبخیر) نیز با این تیمار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. میانگین‌های عملکرد ژوخه های درشت در تیمارهایI_1 (آبیاری پس از ۱٦۰ میلی‌متر تبخیر)، I_3 (آبیاری پس از۳۲۰ میلی‌متر تبخیر) و I_4 در یک سطح آماری قرار گرفتند. میانگین‌های عملکرد ژوخه های متوسط بین تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین میانگین تولید ژوخه های ریز مربوط به تیمار I_5 بود و سایر تیمارهای آبیاری در یک سطح آماری قرار گرفتند. از لحاظ تعداد ساقه اصلی نیز تیمارهای آبیاری در یک سطح آماری قرار گرفتند.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های عملکرد ژوخه و تعداد ساقه اصلی در تیمارهای آبیاری.

Table 1. Comparison of means of tuber yield and number of main stems in different irrigation treatments.

تیمار آبیاری Irrigation treatment	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های درشت (تن در هکتار) Large tubers yield (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های متوسط (تن در هکتار) Medium tubers yield (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های ریز (تن در هکتار) Small tubers yield (tons ha^{-1})	تعداد ساقه اصلی Number of main stems
160††	31.53 b	17.24 b	12.54 a	1.74 b	3.77 a†
240	33.35 a	19.04 a	12.58 a	1.73 b	3.68 a
320	30.81 bc	16.85 b	12.53 a	1.44 b	3.58 a
400	29.55 cd	15.76 bc	12.18 a	1.60 b	3.58 a
160+160	28.56 d	14.86 c	11.72 a	1.98 a	3.78 a

† In each column, means followed by the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای با حروف مشابه می باشند از نظر آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ احتمال ندارند.

†† First irrigation after 160, 240, 320, 400 and 160+160 mm evaporation from class A pan, respectively.

†† اولین آبیاری به ترتیب پس از ۱۶۰، ۲۴۰، ۳۲۰، ۴۰۰ و ۱۶۰+۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A.

از مشاهده روند تغییرات عملکرد کل و ژوخه های درشت در تیمارهای آبیاری I_1 تا I_4 (اولین آبیاری پس از ۱٦۰، ۲٤۰، ۳۲۰ و ٤۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت) چنین استنباط می‌شود که تأخیر حدود ۲۳ روز در آبیاری بعد از روئیدن (در تیمار I_2) سبب افزایش عملکرد ژوخه گردیده در حالی که با افزایش تنش و

Archive of SID

www.SID.ir

تأخیر بیشتر در آبیاری در رژیم‌های I_3 و I_4 عملکرد ژوخه کاهش یافته است. از آنجا که توسعه ریشه گیاه سیب‌زمینی در مراحل اولیه رشد تابعی از زمان آبیاری است به طوری که اگر فواصل بین آبیاری‌ها در مراحل اولیه رشد (از روئیدن تا تمایز و تشکیل ژوخه‌ها) کافی نباشد گیاه قادر به توسعه مناسب سیستم ریشه خود نبوده و این امر سبب می‌گردد که در مراحل بعدی رشد با کاهش موقتی رطوبت در خاک سطحی، جذب آب توسط گیاه دچار اختلال شود. یا به عبارت دیگر، آبیاری‌های متعدد در مراحل اولیه رشد موجب تشکیل سیستم ریشه‌ای ضعیف و سطحی در گیاه سیب زمینی می‌گردد (۳، ۱۹). در این آزمایش نیز به نظر می‌رسد ۲۳ روز وقفه در آبیاری پس از روئیدن، زمان مناسبی برای توسعه شبکه ریشه گیاه فراهم آورده و این نکته دلیل احتمالی افزایش عملکرد تیمار I_2 نسبت به I_1 باشد. از سوی دیگر چون طولانی شدن دوره تنش آبی نیز در مراحل اولیه رشد بر توسعه شبکه ریشه و رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (۲۰،۱۲)، بنابراین در تیمارهای I_3 و I_4 به علت طولانی شدن دوره تنش آبی، عملکرد کاهش یافته است. در تیمار I_5 نیز فاصله اولین آبیاری حدود ۱۶ روز (مشابه تیمار I_1) بوده و فاصله دومین آبیاری نیز حدود ۱۵ روز بود که به نظر می‌رسد فواصل بین آبیاری‌ها در مراحل اولیه رشد کافی نبوده و زمان کافی برای توسعه شبکه ریشه گیاه فراهم نیامده است. با این وجود، در تنظیم زمان آبیاری باید به مسائلی از قبیل شرایط محیطی یا ماهیت فیزیولوژیک رقم مورد کشت نیز توجه داشت به طوری که نتایج آزمایش مرتضوی بک و رئیسی (۳) در رقم های 'مورن' و 'کوزیما' در منطقه دامنه فریدن (با شرایط خاک متفاوت از پژوهش حاضر) نشان داد که تأخیر ۹، ۱۸، ۲۷ یا ۳۶ روز در آبیاری، پس از روئیدن بوته‌ها، اثر معنی داری بر عملکرد رقم ها نداشت. این موضوع نشان دهنده پاسخ متفاوت رقم های سیب‌زمینی در شرایط محیطی مختلف نسبت به تنش آبی در مرحله اولیه رشد می‌باشد.

اثر سال و برهمکنش های فاکتورهای آزمایش بر هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده معنی دار نبود. اما تجزیه واریانس عملکرد کل و ژوخه های درشت، متوسط و ریز و تعداد ساقه اصلی در بوته بین رقم ها همگی در سطح ۱٪ آماری معنی‌دار گردید. به طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، رقم 'مارفونا' با میانگین تولید ۳۶/۲۱ و۲۲/۹۹ تن در هکتار بیشترین عملکرد کل و ژوخه های درشت را داشت، اما میانگین عملکرد ژوخه های متوسط و ریز این رقم در سطح پائین آماری قرار گرفت. رقم 'کنکورد' پس از 'مارفونا' با میانگین عملکرد کل ۳۰/٤٤ تن در هکتار نسبت به 'آگریا' و 'کوزیما' برتری نشان داد.

همچنین 'کنکورد' با تولید ۱۳/۸۷ و ۱/۹۳ تن در هکتار به ترتیب بیشترین عملکرد ژوخه های متوسط (اندازه بذری) و ریز را نسبت به سایر رقم ها تولید نمود. عملکرد کل رقم های 'آگریا' و 'کوزیما' در یک سطح آماری قرار گرفتند.

مقایسه تعداد ساقه اصلی بین رقم ها نشان داد که رقم دیررس 'کوزیما' با میانگین ٤/۳۳ و رقم زودرس 'مارفونا' با میانگین ۳/۰٤ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد ساقه اصلی در بوته را داشتند و بین رقم های 'کنکورد' و 'آگریا' از این نظر تفاوت معنی‌داری نبود.

در جدول ۳ میزان آب مصرفی در کل دوره و بازده مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری محاسبه گردیده است. حداکثر بازده تولید به میزان ۳/۹ کیلوگرم ژوخه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی مربوط به تیمار I_2 (یعنی آبیاری پس از ۲٤۰ میلی‌متر تبخیر از تشت یا حدود ۲۳ روز پس از روئیدن گیاه) بود. زیاد کردن فاصله آبیاری در مراحل اولیه رشد و تنش مجدد در تیمار I_5 (۱٦۰+۱٦۰ میلی‌متر تبخیر)

Archive of SID

www.SID.ir

سبب شد که نه تنها میزان عملکرد کاهش یابد بلکه بازده آب مصرفی این تیمار نیز کمتر از سایر تیمارها شود. در آزمایش مرتضوی بک و اکبری (٤) ، انجام آبیاری بارانی پس از ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر (بعد از روئیدن بوته‌ها) بیشترین بازده مصرف آب را نسبت به سایر تیمارها سبب گردید. فولای و همکاران[۱] (۱۰) در پژوهشی روی سیب‌زمینی رقم 'فولوا' در دانمارک با اعمال دو تیمار آبیاری (آبیاری در حد ۵۰٪ تبخیر و تعرق و آبیاری کامل در حد ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق) گزارش کردند که تنش رطوبتی در مرحله ژوخه‌دهی گیاه سبب کاهش عملکرد و افزایش بازده مصرف آب گردید.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد ژوخه و تعداد ساقه اصلی رقم های سیب‌زمینی.

Table. 2. Comparison of means of tuber yield and number of main stems in different potato cultivars.

رقم Cultivar	عملکرد کل (تن در هکتار) Total yield (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های درشت (تن در هکتار) Yield of large tubers (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های متوسط (تن در هکتار) Yield of medium tubers (tons ha^{-1})	عملکرد ژوخه های ریز (تن در هکتار) Yield of small tubers (tons ha^{-1})	تعداد ساقه اصلی Number of main stems
'کنکورد' 'Concord'	30.44 b	14.64 bc	13.87 a	1.93 a	3.66 b†
'آگریا' 'Agria'	28.1 c	15.60 b	11.04 c	1.46 d	3.69 b
'مارفونا' 'Marfona'	36.21 a	22.99 a	11.59 c	1.62 c	3.04 c
'کوزیما' 'Cosima'	28.15 c	13.77 c	61/12 b	1.77 b	4.33 a

† In each column, means followed by the same letters are not significantly different at 5% level using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای با حروف مشابه می باشند از نظر آماری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ احتمال ندارند.

چنانکه از نتایج جدول ۳ استنباط می‌شود، صرفه‌جویی در میزان مصرف آب در تیمارهای I_2 تا I_5 نسبت به تیمار I_1 (که مطابق با روش آبیاری کشاورزان است)، حدود ۳/۹، ۷/۳، ۱۱/۲ و ۲/۲٪ است. در حالی که تفاوت عملکرد کل تیمارهای I_2 تا I_5 نسبت به تیمارI_1 برابر ۵/۸+، ۲/۳-، ٦/۳- و ۹/٤-٪ است (جدول ۱).

بنابراین، تیمار I_2 در عین حالی که در مصرف آب نسبت به تیمار I_1 صرفه‌جویی داشته، تنها تیماری است که عملکرد را هم نسبت به سایر تیمارها افزایش داده است.

۱- Fulai *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

در تیمار I_1 آب اضافی زمانی در دسترس گیاه سیب‌زمینی قرار می‌گیرد که مصادف با آبیاری تکمیلی گندم و جو (دان آب) می‌باشد. با توجه به سطح زیر کشت سیب‌زمینی در منطقه مورد مطالعه (حدود ۸۳۰۰ هکتار)، چنانچه تیمار I_2 توصیه و اعمال شود، صرفه‌جویی سالانه حدود ۲۹۰۵۰۰۰ مترمکعب آب و استفاده از آن در کشت گندم و جو امکان پذیر خواهد بود.

جدول۳- میانگین آب مصرفی و بازده مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری.

Table 3. Comparison of means of applied water and water use efficiency of different irrigation treatments.

تیمار آبیاری Irrigation treatment	میانگین آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) Applied irrigation water ($m^3\ ha^{-1}$)	بازده آب مصرفی (کیلوگرم بر متر مکعب) Water use efficiency ($kg\ m^{-3}$)
160†	8900	3.54
240	8550	3.90
320	8250	3.73
400	7900	3.74
160+160	8700	3.28

† First irrigation after 160, 240, 320, 400 and 160+160 mm evaporation from class A pan, respectively.

† اولین آبیاری به ترتیب پس از ۱۶۰، ۲۴۰، ۳۲۰، ۴۰۰ و ۱۶۰+۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A.

نتیجه‌گیری

بررسی تأثیر به تأخیر انداختن اولین آبیاری پس از روئیدن بر عملکرد کل و ژوخه های درشت، متوسط و ریز رقم های سیب‌زمینی 'مارفونا'، 'کنکورد'، 'آگریا' و 'کوزیما' در ایستگاه پژوهشی رزوه فریدن در استان اصفهان نشان داد که برای دستیابی به عملکرد زیاد و استفاده بهینه از آب کشاورزی، اعمال اولین آبیاری پس از ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A (یا حدود ۲۳ روز توقف آبیاری پس از روئیدن بوته‌ها) از لحاظ عملکرد و بازده مصرف آب مناسب می‌باشد. رقم 'مارفونا' بیشترین عملکرد کل و ژوخه های درشت را تولید کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع REFERENCES

۱- فرشی، ع. ا.، م. ر. شریعتی، ر. جاراللهی، م. ر. قائمی، م. شهابی فر و م. م. تولائی. ۱۳۷٦. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور.(جلد اول، گیاهان زراعی). نشر آموزش کشاورزی، ۹۰۰ صفحه.

۲- مرتضوی بک، ا.، م. نصر اصفهانی، ر. امین‌پور، ۱. جعفری، ا. سلیمانی‌پور، ف. رئیسی، س. رومی‌زاده، م. صیاد نصیری، ر. طباطبایی و ح. سماواتیان. ۱۳۷۷. سیب زمینی و یافته‌های تحقیقاتی آن در استان اصفهان. انتشارات فنی مدیریت آموزش و ترویج، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان،۱٦۳ صفحه.

۳- مرتضوی بک، ا. و ف. رئیسی . ۱۳۷۹. تأثیر تأخیر آبیاری و تاریخ برداشت بر خواص کمی و کیفی رقم های 'کوزیما' و 'مورن' سیب زمینی. مجله نهال و بذر، ۱٦(۲): ۱۵۹-۱۷۱.

٤- مرتضوی بک، ا. و م. اکبری. ۱۳۸۱. تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری (کم آبیاری) روی رقم های تجارتی سیب زمینی به روش آبیاری بارانی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، ۱۹ صفحه.

۵- ملکوتی، م. ج. و م. ن. غیبی. ۱۳۷٦. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، ۵٦ صفحه.

6. Burton, W.C. 1981. Challenges for stress physiology in potato. Amer. Potato J. 58:3-14.
7. Canada-Saskatchewan Irrigation Diversification Centre. 2001. Irrigation scheduling for potatoes. Retrived from www.agr.gc.ca/pfra/csidc/potirr_e.htm
8. Doorenbos, J. and A.H. Kassam. 1979. Yield response to water. Food and Agr. Org. United Nations, Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome, Italy.
9. Du Plessis, H.F., J.M. Steyn, P. Fourie and T. Roos. 1999. Drip irrigation and irrigation scheduling of potatoes. 6th World Potato Congress.
10. Fulai, L., A. Shahnazari, M. N. Anderson, S. E. Jacobsen and C.R. Jensen. 2006. Effects of deficit irrigation and partial root drying on gas exchange, biomass partitioning and water use efficiency in potato. Sci. Hort.109:113-117.
11. Gandar, P.W. and C.B. Tanner. 1976. Leaf growth, tuber growth and water potential in potatoes. Crop Sci. 16:534-538.
12. Hang, A.N. and D.E. Miller. 1986. Yield and physiological responses of potatoes to deficit, high frequency sprinkler irrigation. Agron. J. 78:436-440.
13. Iqbal, M.M., S. M. Shah, W. Mohammad and H. Nawaz. 1999. Field response of potato subjected to water stress at different growth stages. In: C. Kirda, P. Moutonnet, C. Hera and D.R. Nielsen (eds.), Crop Yield Response to Deficit Irrigation, Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.
14. Jefferies, R.A. 1993. Responses of potato genotypes to drought. I. Expansion of individual leaves and osmotic adjustment. Ann. Appl. Biol. 122:93-104.
15. Lynch, D.R. and G.C.C. Tai. 1989. Yield and yield component response of eight potato genotypes to water stress. Crop Sci. 29:1207-1211.
16. Phene, C.J. and D.C. Sanders. 1976. High frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. Agron. J. 68:602-607.
17. Shock, C.C., J.C. Zalewski, T.D. Stieber and D.S. Burnett. 1992. Impact of early-season water deficits on Russet Burbank plant development, tuber yield and quality. Amer. Potato J. 69:793-803.

Archive of SID

www.SID.ir

18. Steyn, J.M., H. F. Du Plessis and P.F. Nortje. 1992. The influence of different water regimes on up-to-date potatoes. I. Vegetative development, photosynthetic rate and stomatal diffusive resistance. S. Afr. J. Plant Soil 9:113-117.
19. Vander Zagg, D.E. 1992. Potatoes and their cultivation in the Netherlands. Netherlads Potato Consultative Institute, 47 p.
20. Van Loon, C.D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. Amer. Potato J. 58:51-69.

Archive of SID

www.SID.ir