نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۶۵۰-۶۳۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 637-650

بررسی اثرات روش‌های کم آبیاری بر صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی

خسرو پرویزی[۱*]- علی قدمی فیروز آبادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های کم آبیاری بر رقم جدید ساوالان آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان از سال ۱۳۸۷ به مدت دو سال زراعی انجام شد. فاکتور اصلی شامل تیمارهای آبیاری در سطح۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و فاکتور فرعی کلون‌ها و ارقام مورد بررسی شامل سه کلون جدید سیب‌زمینی و رقم جدید ساوالان به‌همراه سانته به‌عنوان شاهد بود. سیستم آبیاری مورد استفاده روش آبیاری قطره‌ای بود. صفات مورد اندازه‌گیری شامل صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی رشد، میزان قند احیاء غده، غده ریز و بدشکل و عملکرد کل بود. نتایج تجزیه مرکب واریانس داده‌های حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که تنش آبی و نوع کلون در صفات تعداد ساقه اصلی، زمان پوشش کامل، زمان گلدهی، طول مدت گلدهی، زمان رسیدن، وزن تر و خشک ریشه و عملکرد کل معنی‌دار شد. در میزان قند احیاء هرچند تیمار آبیاری تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ ایجاد کرد اما اثر رقم معنی‌دار نشد. اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری در وزن تر و خشک ریشه، زمان رسیدن، وزن غده ریز و عملکرد کل معنی‌دار شد. درمجموع کاهش آب آبیاری تا حد ۸۰ درصد نیاز آبی اثر منفی بر صفات رشد و عملکرد کل نداشت هرچند واکنش کلون‌ها و دو رقم ساوالان و سانته متفاوت بود. با تأمین نیاز آبی ۸۰ درصد، رقم ساوالان با متوسط تولید ۵/۴ کیلوگرم در متر مربع به‌همراه دو کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱۵ و ۲-۳۹۷۰۰۸ بیشترین میزان غده را تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، تیمار آبیاری، عمکرد، واکنش رشد

مقدمه

آب عمده‌ترین عاملی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک در تولید محصولات کشاورزی محدودیت ایجاد می‌کند. راندمان پایین مصرف آب به‌صورت آبیاری سطحی در مزارع و محدودیت منابع آب و نیز رژیم نامنظم بارندگی در این مناطق استفاده از سیستم‌های بارانی و همچنین استفاده از سیستم‌هایی با راندمان بالاتر ازجمله آبیاری قطره‌ای را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. یکی از دلایل مرفولوژیکی تحمل پایین گیاه سیب‌زمینی (*Solanom tuberosum*) به شرایط خاک‌های نامناسب و تنش آبی (به‌ویژه در رقم‌های جدید اصلاح شده و سازگار با شرایط کشورهای اروپایی) علاوه بر فیزیولوژی خاص این گیاه، سیستم ریشهٔ سطحی آن و درصد بیشتر فعالیت ریشه در افق سطحی خاک می‌باشد که عملاً استفاده ریشه‌ها از آب افق‌های پایین‌تر خاک را محدود می‌کند. در ایران تقریباً همه ارقام سیب‌زمینی موجود در کشور، در شرایط اقلیمی کشورهای اروپایی یعنی در شرایط دمایی خنک (به دور از تنش خشکی) و طول روزهای بلندتر اصلاح شده‌اند و به همین دلیل ممکن است سازگاری چندانی با شرایط اقلیمی ما نداشته باشند (۴ و ۵). سیب‌زمینی اگرچه محصولی مقاوم به خشکی نبوده و در قیاس با محصولات زراعی از قبیل جو (*Hordeum vulgare*) و پنبه (*Gossypium herbaceum*) درجه تحمل کمتری به خشکی دارد، اما راندمان تولید انرژی آن در واحد سطح به ازاء واحد مصرف آب ۲/۵ برابر بیشتر از برنج (*Oryza sativa*) و ۲ تا ۲/۳ برابر بیشتر از گندم و ذرت می‌باشد (۹). کومار و همکاران (۱۳) به بررسی واکنش دو رقم کوفریچیپسونا-۱۱ و کوفریچیپسونا-۲ در کیفیت تهیه چیپس در سیستم‌ها و رژیم‌های مختلف آبیاری پرداختند. در این آزمایش توزیع آب آبیاری براساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر در دو سطح ۳۵ و ۱۵ میلی‌متر انجام گرفت. نتایج نشان داد که رقم کوفریچیپسونا-۱ دارای قابلیت بالاتری در فرآوری، عملکرد کل و بیوماس خشک نسبت به رقم کوفریچیپسونا-۲ در رژیم‌های مختلف آبیاری بود. در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ در شرایط مناطق خشک کانادا مشخص شد که از تعداد ۱۲۰ کلون سیب‌زمینی دو کلون تحمل بیشتری به کم آبی داشته و با صفات مطلوبی همراه بودند که بعداً تحت نام واریته‌های مشخص و با نام‌های Glacier fryer و Altacrown معرفی شدند (۱۰). در

۱- استادیار پژوهشی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان
(*- نویسنده مسئول: Email: khosroster@gmail.com)
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

پژوهشی دیگر مشخص شده است که برخی از صفات مرفولوژیک در سیب‌زمینی ازجمله تغییر ضریب تبخیر و تعرق و تفاوت در گسترش حجم ریشه وابستگی نزدیک با نوع رقم داشته و می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های تحمل به تنش رطوبتی در سیب‌زمینی مد نظر قرار گیرند (۲۰). با مشاهدات سوکین و همکاران (۱۸) مشخص شد که با کاهش آب آبیاری و ایجاد استرس در مراحل پس از غده‌سازی در سیب‌زمینی افزایش قابل ملاحظه‌ای در میزان قند گلوکز در انتهای غده سیب‌زمینی نسبت به ابتدای آن به‌وجود می‌آید. همچنین فعالیت آنزیم‌های دخیل در سنتز نشاسته و سوکروز (SPS و UGPase) کاهش چشمگیری داشتند. مازورزیک و لیس (۱۴) در آزمایشی در لهستان با بررسی سه ساله بر روی ترکیبات شیمیایی ۹۷ رقم سیب زمینی، مشخص نمودند که میزان ماده خشک و مقدار نشاسته ارقام مختلف در رژیم‌های متفاوت آبیاری در شرایطی که تنش ایجاد نشود، تقریباً ثابت بوده است. میانگین ضریب تنوع به‌ترتیب برای ماده خشک و نشاسته ۸/۴ و ۸/۸ به‌دست آمد. در این آزمایشات ارقام مختلف کمترین پایداری و ثبات را از نظر میزان قندهای احیاء در رژیم‌های مختلف آبیاری نشان دادند. تغییرات میزان قندهای احیاء در رژیم‌های مختلف آبیاری از ۳۴/۲ تا ۵۰ درصد متغییر بود. در سایر مناطق خشک و نیمه خشک جهان (از قبیل ایران) بررسی‌های کمتری درخصوص ارزیابی ارقام جدید اصلاحی در شرایط تنش خشکی و سازگار با شرایط آب و هوایی مربوطه صورت گرفته است. با توجه به محدودیت ریزش‌های جوی استان همدان (متوسط بارندگی سالیانه ۳۱۳ میلی‌متر) و نیز نامناسب بودن توزیع و پراکنش زمانی آن و از طرفی اهمیت استراتژیک سیب‌زمینی در این استان که جزو مهمترین محصولات زراعی استان همدان می‌باشد و همچنین ضرورت تأمین نیاز آبی این محصول با انجام آبیاری، ناگزیر می‌بایستی روش‌هایی اتخاذ شود که هم بهره‌وری مطلوب از منابع آبی موجود حاصل شده و همچنین به پایداری تولید این محصول که قابلیت‌های بالایی در کشت و تولید آن در استان وجود دارد، خدشه و صدمه‌ای وارد نشود. یکی از روش‌های ممکن در استفاده بهینه از منابع آبی موجود، معرفی رقم یا رقم‌هایی است که نسبت به کاهش آبیاری حساسیت کمتری داشته و قابلیت عملکردی قابل قبول در شرایط کم آبیاری داشته باشند. در سال‌های اخیر در مطالعات اصلاحی و به زراعی که بر روی کلون‌های سیب‌زمینی صورت گرفته است یک کلون با نام ۹-۳۹۷۰۰۷ که برتری نسبی به ارقام شاهد در ۳ منطقه کرج، همدان و اردبیل داشته است تحت نام ساوالان در سال ۱۳۸۶ معرفی گردید. همچنین در بین کلون‌های مورد بررسی (۲۹ کلون) ۳ کلون دیگر نیز برتری قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با رقم آگریا داشتند و مطالعات تکمیلی در مورد آنها در حال اجرا می‌باشد (۲). در این راستا لزوم انجام طرحی که میزان تحمل کلون معرفی شده (رقم ساوالان) و ۳ کلون دیگر را در قبال کم آبی نشان دهد، ضروری بود. بنابراین چنانچه کلون‌های مورد نظر درخصوص کاهش آب آبیاری تحمل نسبی داشته و اُفت کمی و کیفی در عملکرد نداشته باشند، از این نظر که به‌عنوان منابع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی قابل استفاده بوده و نیز در برنامه‌های آینده در آزادسازی رقم با شرایط منطقه مورد استفاده قرار گیرند، بسیار حائز اهمیت خواهند بود. بر این اساس سعی شده است با انجام این آزمایش میزان تحمل رقم جدید ساوالان و کلون‌های برتر به روش‌های کم آبیاری ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان به مدت دو سال زراعی (سال‌های ۸۷ و ۸۸) اجرا گردید. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ مشخص شده است. این آزمایش با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری در شش سطح (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی) به‌عنوان عامل اصلی و ۳ کلون ۱۳-۳۹۷۰۰۱۵، ۲-۳۹۷۰۰۸ و ۱-۳۹۷۰۹۷ و دو رقم ساوالان (جدید) و سانته (شاهد منطقه) در پنج سطح به‌عنوان عامل فرعی به‌صورت تصادفی قرار گرفتند. در هر کرت فرعی سه خط کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ردیف‌های کاشت ۱۰ متر در نظر گرفته شد. آبیاری از ابتدای فصل رشد بلافاصله بعد از کاشت و براساس محاسبه نیاز آبی از فرمول پنمن مانتیس اصلاح شده و با احتساب راندمان ۹۰ درصد انجام پذیرفت (۶). آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت محاسبه نیاز آبی به‌صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک فرودگاه همدان اخذ گردید (جدول ۲). روش آبیاری قطره‌ای سطحی و دور آبیاری ثابت (۳ روزه) در نظر گرفته شد. حجم آب مصرفی توسط کنتورهای واسنجی شده اندازه‌گیری شد. جهت جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها از فیلتر دیسکی استفاده شد. نوار تیپ مورد استفاده با ظرفیت آبدهی ۱/۴ لیتر در ساعت برای هر قطره‌چکان که در فاصله ۳۰ سانتی‌متری هم قرار داشتند، بود. این نوارها روی پشته‌ها و در کنار ردیف‌های کاشت قرار گرفتند.

از صفات مرحله داشت شامل تعداد ساقه اصلی و تاریخ پوشش کامل، ارتفاع گیاه در زمان گلدهی، زمان گلدهی، طول دوره گلدهی و تاریخ رسیدن یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. همچنین به‌منظور بررسی اثر حجم و میزان گسترش سیستم ریشه‌ای در میزان تحمل به کم آبی در کلون‌ها و رقم شاهد (سانته) از زمان غده‌زایی و به فواصل ۱۰ روزه در سه نوبت از هر پلات آزمایشی سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و به‌طور کامل از ریشه برداشت شدند، ریشه‌ها شستشو داده شده و تمام ریشه‌های اصلی و فرعی جدا و توزین شده و وزن تر آنها ثبت شد. سپس در آون در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸

ساعت قرار گرفته و با توزین مجدد و تقسیم توزین دوم بر اول و ضرب عدد حاصل در ۱۰۰ درصد ماده خشک ریشه محاسبه شد (۱۰).

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد کل رکوردگیری در مرحله برداشت به‌صورت انتخاب واحدهای دو متر مربعی و به‌صورت تصادفی در دو نقطه از هر کرت مربوطه انجام شد. غده‌های با آلودگی بیشتر از چهار جوش اسکب و غده‌های بد شکل و دارای رشد ثانویه و نیز غده‌های پوسیده شمارش و در تیمارهای مختلف توزین و به‌عنوان جزء غیر قابل استفاده و غیر قابل عرضه ثبت شدند.

برای اندازه‌گیری میزان قندهای احیایی غده‌ها، از روش حجمی و تیتراسیون استفاده شد (۱).

در نهایت ادغام داده‌های حاصل از دو سال مختلف پس از انجام آزمون بارتلت و تأیید یکنواختی واریانس سال‌های مختلف، جهت تجزیه مرکب با نرم افزار SAS امکان‌پذیر شد. میانگین‌های تیمارهای آزمایش با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت. ترسیم نمودارهای مربوطه با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد ساقه اصلی

در بررسی این صفت نتایج تجزیه مرکب داده‌ها در دو سال آزمایش مشخص کرد که اثرات میزان آب آبیاری، نوع کلون و رقم در متوسط تولید ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. اما اثر سال، اثر متقابل سال و میزان آبیاری و نیز اثرات متقابل میزان آبیاری و رقم در میزان تولید ساقه تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۳). با این نتایج مشخص می‌شود که رژیم آبیاری و سطوح آن در تولید میزان ساقه تأثیر قابل توجهی دارد. همچنین با معنی‌دار نشدن اثر متقابل کلون و میزان آبیاری می توان نتیجه گرفت که کلون‌های مختلف واکنش های یکسانی در سطوح مختلف آبیاری داشته‌اند و روند تأثیر سطوح آبیاری در نسبت فعال شدن جوانه‌های غده در کلون‌های مختلف وضعیت مشابهی داشته است. با مقایسه میانگین داده‌های حاصل از متوسط تعداد ساقه (جدول ۴) مشخص شد که در تیمار آبیاری با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی بیشترین میزان تولید ساقه (متوسط ۶/۱۶ عدد ساقه در بوته) حاصل گردیده است و در این شرایط با تیمارهای آبی ۹۰ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی سیب زمینی کمترین میزان تولید ساقه وجود داشت و با رژیم‌های آبیاری ۶۰ و ۷۰ درصد در آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار نشان نداد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physiochemical traits of soil in experiential site

بافت خاک Soil texture	نیتروژن N (%)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر) ds.m $^{-1}$
		میلی‌گرم در کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$)			
لوم رسی Clay loam	0.35	4.8	386.3	7.8	1.8

جدول ۲- آمار هواشناسی محل آزمایش

Table 2- Weather data of experiment site

سال Year	ماه‌های آزمایش Month	متوسط بارندگی ماهیانه (میلی‌متر) The average monthly rainfall (mm)	متوسط ساعات آفتابی Average hours of sunshine	متوسط دمای ماهیانه (سانتی‌گراد) The average monthly temperature (^{O}C)
۱۳۸۷ 2008	خرداد (June)	0.5	319.5	18.32
	تیر (July)	0.5	333.9	22.11
	مرداد (August)	0	332.6	23.1
	شهریور (September)	0	320.2	19.6
	مهر (October)	0	275.1	12.5
۱۳۸۸ 2009	خرداد (June)	0.75	320.4	18.56
	تیر (July)	0.5	335.3	23.94
	مرداد (August)	0	337.4	25.01
	شهریور (September)	0	322.5	20.18
	مهر (October)	0	261.1	14.10

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد آزمون

Table 3- Complete analysis variance of the test traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
		تعداد ساقه در بوته Stem no per plant	زمان گلدهی (روز) Flowering time (day)	طول دوره گلدهی (روز) Flowering longevity (day)	پوشش کامل (روز) Full overlapping (day)	وزن تر ریشه (مرحله ۱) first root weight	وزن تر ریشه (مرحله ۲) fresh root weight	وزن تر ریشه (مرحله ۳) third root weight
سال year	1	0.35 ns	52.27 *	11.75 ns	5.33 ns	0.007 ns	27.45 ns	5.94 ns
تکرار × سال Replication × Year	4	1.24 ns	94.07 **	186.55 **	46.04 **	2.30 ns	55.66 ns	1.86 ns
تیمار آبیاری Irrigation	5	4.49 **	1073.17 **	846.42 **	1130.99 **	5997.14 **	11393.62 **	28.218.19 **
سال × تیمار آبیاری Irrigation × year	5	0.84 ns	12.03 ns	16.71 *	9.93 ns	5.39 ns	78.32 ns	2.41 ns
رقم (کلون) Cultivar (Clone)	4	17.53 **	387.68 **	455.28 **	182.12 **	110.95 **	59.59 ns	82.40 **
سال × کلون Clone × Year	4	1.95 ns	6.39 ns	10.88 ns	7.29 ns	2.72 ns	/47.34 ns	2.16 ns
تیمار آبیاری × کلون Clone × Irrigation	20	1.14 ns	6.58 ns	2.63 ns	4.83 ns	11.25 **	66.63 ns	19.10 **
سال× تیمار آبیاری × کلون Clone × Irrigation × Year	20	1.12 ns	4.49 ns	2.02 ns	3.43 ns	1.25 ns	54.69 ns	3.63 ns
خطا Error	116	1.152	9.85	5.68	8.48	3.11	58.49	5.50
کل Total	179							
ضریب تغییرات C.V		19.17	6.70	13.74	5.57	2.79	9.28	2.30

ns ، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns means no significant, *and** show being significant (α=0.01 and 0.05, respectively).

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد آزمون

Continued Table 3- Complete analysis variance of the test traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
		وزن خشک ریشه (مرحله ۱) First dry root weight	وزن خشک ریشه (مرحله ۲) Second dry root weight	وزن خشک ریشه (مرحله ۳) Third dry root weight	عملکرد کل Total yield (kg/m^2)	غده بد شکل و غیر قابل استفاده Malformed tuber (kg/m^2)	قند احیاء Reducing sugar (mg/100g)	زمان رسیدن (روز) Ripening time (day)
سال Year	1	0.0031 ns	1.09 ns	0.2737 ns	2.44 ns	10.75 ns	41.58 ns	2.936 ns
تکرار × سال Replication × Year	4	0.092 ns	2.22 ns	0.07 ns	1.83 ns	4.51 ns	3.22 ns	46.46 **
تیمار آبیاری Irrigation	5	239.88 **	455.74 ns	1128.72 ns	64.41 **	570.76 **	3403.54 **	1035.50 **
سال × تیمار آبیاری Irrigation × Year	5	0.215 ns	3.13 ns	0.096 ns	0.96 ns	12.04 ns	13.93 ns	12.76 ns
رقم (کلون) Cultivar (Clone)	4	4.43 **	2.38 ns	3.29 **	46.39 **	836.83 ns	13.02 ns	3185.18 **
سال × کلون Clone × Year	4	0.10 ns	1.89 ns	0.08 ns	1.037 ns	26.50 ns	2.69 ns	28.81 **
تیمار آبیاری × کلون Clone × Irrigation	20	0.54 **	2.65 ns	0.76 ns	3.19 **	382.84 **	8.25 ns	55.50 **
سال× تیمار آبیاری × کلون Clone × Irrigation × Year	20	0.05 ns	2.18 ns	0.145 ns	0.29 ns	14.48 ns	3.95 ns	6.50 ns
خطا Error	116	0.125	2.33	0.220	0.67	26.34	6.87	8.10
کل Total	179							
ضریب تغییرات C.V		2.79	9.28	2.30	18.34	21.26	11.33	3.47

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns means no significant, *and** show being significant (α=0.01 and 0.05, respectively).

در مقایسه کلون‌ها و رقم شاهد مورد بررسی مشخص شد که رقم جدید ساوالان با تولید بیشترین میزان ساقه اصلی (متوسط تولید ۶/۴۴ عدد ساقه در بوته) نسبت به رقم شاهد سانته با متوسط ۵/۹۹ عدد و نیز سایر کلون‌ها تفاوت معنی‌دار داشت.

نسبت فعال شدن جوانه‌های سیب‌زمینی بر روی غده هرچند صفتی وابسته به رقم می‌باشد اما به نوبه خود تحت شرایط فیزیولوژیکی ابتدای رشد و سن فیزیولوژیکی غده بذری نیز قرار می‌گیرد (۵). تأثیرپذیری میزان تولید ساقه از شرایط آبیاری انعکاسی از عوامل محیطی رشد و میکروکلیمای بستر کاشت بر آهنگ فعال شدن جوانه‌های غده در مراحل اولیه کاشت می‌باشد. با توجه به اینکه غده‌های ارقام و کلون‌های مختلف حاصل برداشت از کلکسیون ارقام بوده و از شرایط رشدی یکسان برخوردار بوده و همچنین در شرایط یکسان در انبار نگهداری شده بودند ضمن اینکه قبل از کاشت نیز عملیات جوانه‌گیری در آنها صورت پذیرفت لذا عملاً در هنگام کاشت با حذف غالبیت انتهایی با شرایط فیزیولوژیکی نسبتاً مشابه در بستر کاشت قرار گرفتند و ازطرفی تیمار آبیاری از همان ابتدای کاشت انجام گرفت. لذا تغییرات حاصله در تعداد ساقه بیشتر می‌تواند ناشی از تأثیر میزان رطوبت خاک در تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان فعال شدن جوانه‌ها و تحریک رشد بعدی و درنتیجه موفقیت در خروج از خاک در آن‌ها باشد. تعداد ساقه اصلی یکی از فاکتورهای مهم در تعیین حجم کانوپی می‌باشد که در شرایطی که گیاهان با محدودیت سایر عوامل دخیل در فتوسنتز مواجه نشوند، می‌توانند در حجم اسیمیلاسیون نهایی اثربخش باشد (۸). با نتایجی که در سال‌های قبل (۲) در ارزیابی بیش از ۲۷ کلون توسط پرویزی صورت گرفت، مشخص شد که عموماً کلون ۹-۳۹۷۰۰۷ (رقم ساوالان) در بین کلون‌های مربوطه قدرت تولید ساقه بالایی داشته است که نتایج این پژوهش تأییدی بر یافته‌های قبلی می‌باشد.

زمان پوشش کامل

در جدول ۳ نتایج تجزیه مرکب دو ساله در زمان پوشش کامل بوته‌ها در پلات‌های آزمایشی مشخص نمود که اثرات نوع کلون و تیمارهای آبیاری در رسیدن به پوشش کامل معنی‌دار شده‌اند. اما اثر سال، اثرات متقابل سال و میزان آبیاری، سال و رقم، رقم و میزان آبیاری و نیز اثرات سه جانبه سال، رقم و میزان آبیاری تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. با مقایسات میانگین داده‌های حاصل در کلون‌ها و دو رقم ساوالان و نیز رقم شاهد سانته مشخص شد که به موازات کاهش آب آبیاری زمان رسیدن به پوشش کامل با تأخیر معنی‌دار مواجه شد. ۳ کلون مورد استفاده در آزمایش از نظر رسیدن به پوشش کامل با رقم ساوالان وضعیتی مشابه داشتند اما نسبت به رقم شاهد سانته تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول ۴). تاریخ پوشش کامل مزرعه سیب زمینی وابستگی نزدیکی به آهنگ و سرعت رشد بوته سیب زمینی دارد و در ارقام مختلف سیب زمینی متفاوت است اما به شدت تحت تأثیر رژیم رطوبتی، مدیریت تغذیه در مزرعه و شرایط فیزیولوژیکی غده بذری قبل از کاشت نیز می‌تواند قرار گیرد (۵ و ۱۳). در پژوهش اخیر مشخص شد که هرچند کسب زمان پوشش کامل وابستگی شدیدی با نوع کلون و رقم دارد اما به شدت تحت تأثیر رژیم‌های متفاوت آبیاری (سطوح آبیاری) نیز قرار گرفت (جدول ۴). با بررسی‌های قبلی انجام شده (۲ و ۳) در مقایسه ارقام تجاری سیب زمینی در استان که در آنها رقم سانته جزو ارقام شاهد بوده است، مشخص شد که زمان متوسط کسب پوشش کامل در رقم سانته ۴۵/۳۶ روز بوده است که با نتایج دو ساله این پژوهش که زمان پوشش کامل در این رقم ۴۸/۲۲ روز به‌دست آمده است نزدیکی زیادی دارد.

زمان و طول دوره گلدهی

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در زمان گلدهی مشخص کرد که اثر نوع کلون و سطوح آبیاری در بروز گلدهی مؤثر بوده است (جدول ۳). علی‌رغم اینکه کلون‌ها و رقم شاهد تفاوت مشخصی در زمان گلدهی داشته‌اند اما میزان آب آبیاری در تسریع و یا تأخیر دادن به آن تأثیر معنی‌دار داشته است. با سطح آبیاری ۷۰ درصد و بالاتر از آن در طی دو سال کلون‌های مختلف سریع‌تر وارد مرحله گلدهی شدند. در دو سطح ۱۰۰ و ۹۰ درصد تأمین آب آبیاری، گلدهی با سرعت بیشتری نسبت به سایر تیمارها اتفاق افتاد (جدول ۴). از طرفی نیز با معنی‌دار نشدن اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری، مشخص شد که کلون‌ها و رقم شاهد، مستقل از تیمار آبیاری عمل کرده و تأثیر رژیم‌های آبیاری در تاریخ گلدهی در کلون‌های مختلف روندی یکنواخت داشته است. در ارزیابی طول دوره گلدهی اثر سطوح آبیاری و نوع کلون در طول دوره گلدهی معنی‌دار بود. اما اثرات متقابل رقم و تیمار آبیاری در طول دوره گلدهی معنی‌دار نشد (جدول ۴). دوام گل در سیب زمینی صفتی کیفی و وابسته به رقم می‌باشد که درجه حرارت، شدت نور و رطوبت نسبی بر طولانی شدن آن تأثیر به‌سزایی دارد (۱۱). مقایسه میانگین طول دوره گلدهی در جدول ۲ مشخص کرد که سطوح آبیاری مستقل از نوع رقم اثر کرده و در روندی یکنواخت با افزایش میزان آب آبیاری از ۷۰ درصد و به بالا در سطحی معنی‌دار طول دوره گلدهی را افزایش داده است. با نتایج این پژوهش معلوم شد که تأمین آب آبیاری در حدود ۷۰ درصد نیاز آبی و بالاتر از آن اثرات رقم را در طول دوره گلدهی تشدید نموده و در هر چهار کلون و حتی رقم شاهد (سانته) طول دوره گلدهی را به‌طور معنی‌دار افزایش داد. رابطه مثبت و معنی‌دار بین طول دوره گلدهی در ارقام مختلف و قابلیت میوه‌بندی آنها و میزان تولید بذر حقیقی

(TPS)[1] در شرایطی که حرکت مواد پرورده[2] به طرف غده‌ها متوقف می‌شود، دیده شده است (۵). بررسی میزان میوه‌بندی در کلون‌ها و رقم ساوالان نشان داد که در سطح نسبتاً مشهودی میزان میوه‌بندی در آنها نسبت به رقم شاهد بالاتر بود. البته میزان تشکیل میوه در تیمارهای آبیاری با سطح ۸۰ درصد و بیشتر ملموس‌تر بود. به نظر می‌رسد این قابلیت در شرایطی که عوامل نور و دما در کنترل باشند و یا تیمارهای خاص هورمونی اعمال شود، بیشتر نمود پیدا می‌کند. لذا بهره‌گیری از این کلون‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری با توجه به سایر صفات مطلوب آنها می‌تواند راندمان میوه‌بندی و تولید بذر را نیز در آنها افزایش دهد.

وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس مرکب از مرحله اول و سوم مشخص کرد که در این دو مرحله نوع رقم (کلون)، میزان آب آبیاری و نیز اثر متقابل رقم و میزان آبیاری در وزن تر و خشک ریشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. اما اثرات سال‌های آزمایش و اثرات متقابل سال و رقم، سال و میزان آبیاری و اثر سه جانبه سال، رقم و میزان آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشتند. در مرحله دوم صرفاً اثر تیمار آبیاری در وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار شد و سایر اثرات اصلی و نیز اثرات متقابل تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۳). با معنی‌دار شدن اثرات متقابل رقم و میزان آبیاری در وزن تر و خشک ریشه مشخص می‌شود که واکنش کلون‌های مختلف در میزان وزن تر و خشک ریشه در سطوح مختلف آبیاری به‌خصوص در مراحل اول و سوم یکسان نبوده است. کلون شماره ۲-۳۹۷۰۰۸ در مراحل ۱ و ۳، از بیشترین وزن تر و خشک در اکثر تیمارهای آبیاری برخوردار شد که نسبت به سایر ارقام تفاوت معنی‌دار در این دو مرحله نشان داد. از طرفی این کلون با سطوح آبیاری پایین‌تر (سطوح ۶۰ و ۷۰ درصد) که امکان وارد نمودن تنش نسبی به گیاهان سیب زمینی وجود دارد نیز نسبت به سایر کلون‌ها میزان وزن تر و خشک ریشه بیشتری تولید نمود (جدول ۵). با این نتایج مشخص می‌شود که کلون ۲-۳۹۷۰۰۸ سطح توسعه و گسترش ریشه بیشتری داشته و از دانسیته بالاتری در ریشه‌ها برخوردار بوده است. به‌طور کلی حجم ریشه و دانسیته آن مهمترین فاکتور در میزان تحمل به خشکی در گیاهان زراعی ازجمله سیب‌زمینی می‌باشد و به‌عنوان یک استراتژی در تحمل به خشکی در شرایطی که پتانسیل آب در خاک به حد پایین‌تر از ظرفیت مزرعه‌ای رسیده و به نقطه پژمردگی موقت نزدیک می‌شود، مد نظر قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه مکان دریافت تنش خشکی ریشه‌ها و فعال شدن ژن‌های مرتبط با سنتز آبسیزیک اسید و پروتئین‌های وابسته به تنش از قبیل لوسین، زیپر پروتئین، TF پروتئین، آکوا پروتئین در ریشه‌ها می‌باشد، لذا ارقامی که به‌صورت ژنتیکی قدرت توسعه ریشه بیشتر دارند، به طریقی دو جانبه از طریق امکان جذب و انتقال آب بیشتر و همچنین با ارتقاء سیستم سیگنالینگ قابلیت بالاتری در عبور از تنش خشکی و مدیریت آن دارند (۹ و ۲۱). بالا بودن وزن تر و خشک ریشه در کلون ۲-۳۹۷۰۰۸ در هر سه مرحله نسبت به رقم شاهد و کلون‌های دیگر، ظرفیت مناسبی در بهبود رشد نسبی و درنتیجه عملکرد بالاتر (نمودار ۳) در تحت شرایط تنش رطوبتی در آن ایجاد کرده است. در این پژوهش کلون‌های سیب‌زمینی واکنش متفاوتی در مقدار توسعه ریشه در پاسخ به میزان رطوبت خاک و سطح تنش داشتند که این یافته با نتایج پژوهش تورنوکس و همکاران (۲۰) و سمت و همکاران (۱۶) همخوانی دارد.

قندهای احیاء کننده

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله در میزان درصد قند احیاء در غده‌ها نشان داد که صرفاً اثر فاکتور اصلی تیمار آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و اثر فاکتور فرعی نوع کلون و نیز اثرات متقابل تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۲). در مقایسات میانگین هم در مجموع دو تیمار آبیاری ۵۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی موجب افزایش بیشترین سطح قند احیاء در غده‌ها شدند. در این دو تیمار متوسط قند احیاء، ۳۶/۱۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن غده بود که نسبت به سایر تیمارهای آبیاری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد. با افزایش سطح آب آبیاری تا ۱۰۰ درصد نیاز آبی، از میزان قندهای احیایی کاسته شد. اگرچه میزان قند احیاء در تیمارهای ۸۰ و ۹۰ درصد بسیار به تیمار ۱۰۰ نزدیک بود. سه تیمار ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد از میزان آبیاری تفاوتی معنی‌دار با هم نداشتند. در کلون‌ها و رقم شاهد میزان قند احیاء بسیار به هم نزدیک بود و از نظر آماری نیز تفاوتی معنی‌دار نداشتند (جدول ۴).

قندهای احیایی غده سیب‌زمینی عمدتاً شامل مونوساکاریدهای گلوکز و فرکتوز و مقدار کمی دی ساکارید ساکارز می‌باشد. میزان قندهای احیائی از عوامل مؤثر در کیفیت رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی بوده لذا شرایطی که میزان قندهای احیائی را کاهش دهند جهت تولید سیب‌زمینی مناسب با مصارف صنعتی قابل توصیه هستند (۱۴). عواملی چون صدمات مکانیکی، جوانه‌زدن، دما و تنش‌های رطوبتی و مدیریت نامناسب آبیاری از عوامل مؤثر بر میزان تغییرات قند در غده می‌باشند. اگر میزان قند غده بیش از حد معمول گردد باعث افزایش رنگ محصول تولیدی به‌خصوص چیپس و کاهش کیفیت آنها خواهد شد (۱۳ و ۱۶). بنابراین پایین بودن قندهای احیاءکننده از عوامل مطلوب در تولید فرآورده‌های غذایی از سیب‌زمینی می‌باشد. در این پژوهش تغییرات قابل توجهی در قند

1- True potato seed
2- Assimilates

احیاء در غده‌های سیب‌زمینی و در رژیم‌های متفاوت آبیاری به‌وجود آمد. با کاهش مقدار آبیاری به پایین‌تر از ۸۰ درصد نیاز آبی افزایش معنی‌داری در میزان قند احیاءکننده در کلون‌ها، رقم ساوالان و نیز رقم شاهد ایجاد شد. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که با اتخاذ استراتژی مطلوب در تنظیم نیاز آبی ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب می‌توان از بروز تنش‌های احتمالی و افزایش میزان قند در غده‌ها اجتناب نمود. به نظر می‌رسد با تأمین آب آبیاری در حد ۸۰ درصد نیاز آبی در سیب‌زمینی، این اهداف محقق گردد. تأثیر سطوح آبیاری بر میزان قندهای احیاء در غده سیب‌زمینی قبلاً با پژوهش‌های سووکینز و همکاران (۱۸)، مازوریسک و لیس (۱۴)، گوپتا (۱۲) و سینگ و سود (۱۷) نیز به اثبات رسیده است.

زمان رسیدن

در بررسی این صفت تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تیمار آبیاری، نوع رقم و نیز اثر متقابل رقم × تیمار آبیاری معنی‌دار شد. اما اثرات سال، سال و تیمار آبیاری و نیز اثر سه جانبه سال، رقم و تیمار آبیاری تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۳). سه کلون و رقم ساوالان با اختلاف قابل توجهی دیررسی بیشتری نسبت به رقم شاهد سانته داشتند و از نظر آماری به‌طور متوسط با اختلاف ۲۰ روزه تفاوتی معنی‌دار با رقم شاهد داشتند (متوسط طول دوره رشد در سه کلون با وضعیتی بسیار نزدیک به هم ۱۱۹/۴۱ روز بود) (نمودار ۱).

در ارزیابی صفات کمی و کیفی کلون‌ها در قالب طرح‌های سازگاری قبلی در استان همدان مشخص شد که عموماً کلون‌های مورد بررسی از نظر طیف رسیدگی در گروه دیررس قرار می‌گیرند. نتایج این تحقیق تأییدی بر گزارشات قبلی می‌باشد. اما با معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری مشخص شد که واکنش کلون‌ها، رقم ساوالان و رقم شاهد در رژیم‌های متفاوت آبیاری یکسان نبوده است. به‌عنوان مثال در تیمار آبیاری ۸۰ درصد، رقم ساوالان با تأخیر بیشتر و با اختلافی معنی‌دار نسبت به کلون ۱-۳۹۷۰۰۹۷ به رسیدگی فیزیولوژیکی رسیده است اما در تیمارهای ۷۰ درصد (تنها با یک سطح پایین‌تر از میزان آبیاری) این وضعیت برقرار نبوده و فاصله بسیار نزدیکتر شد. با این نتایج مشخص می‌شود که طول دوره رشد در سیب‌زمینی اگرچه صفتی وابسته به رقم می‌باشد اما می‌تواند تحت تأثیر رژیم و میزان آبیاری و سایر اقدامات مدیریتی در مزرعه نیز قرار گیرد.

غده بدشکل و غیر قابل فروش

در میزان تولید غده ریز، بدشکل و غیر قابل استفاده اثرات نوع کلون (رقم)، تیمار آبیاری و نیز اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. اما در تجزیه مرکب اثر سال‌های آزمایش، سال و رقم، سال و تیمار آبیاری و اثرات متقابل سه جانبه اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳).

با مقایسه میانگین‌ها (نمودار ۲) مشخص شد که در تیمار آبیاری با ۶۰ درصد نیاز آبی، کلون ۱-۳۹۷۰۰۹۷ با تعداد متوسط ۵۲/۶۶ عدد غده ریز در متر مربع بیشترین میزان را داشت که با تمامی کلون‌ها در این تیمار تفاوت معنی‌دار داشت اما در سطوح دیگر آبیاری این وضعیت به‌وجود نیامد و یا حداقل شدت اختلاف آن نسبت به کلون‌های دیگر خفیف‌تر بود. اگرچه این کلون در اغلب تیمارهای آبیاری و حتی در سطوح بالاتر (۸۰ و ۹۰ درصد) نیز از نظر غده ریز وضعیت نامطلوبی داشت. به نظر می‌رسد این کلون حساسیت بیشتری در جهت تولید غده ریز حتی با کاهش جزیی در قبال آب آبیاری داشته باشد.

عملکرد کل

نتایج آنالیز دو ساله از تجزیه مرکب داده‌ها در عملکرد کل مشخص کرد که اثرات اصلی رقم، تیمار آبیاری و نیز اثر متقابل رقم و تیمار آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با مقایسه میانگین داده‌ها (نمودار ۳) در عملکرد کل مشخص شد که در مجموع با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی سیب زمینی به‌طور متوسط ۶/۲۵ کیلوگرم در متر مربع عملکرد کل حاصل شد که با دو تیمار آبیاری ۸۰ و ۹۰ تفاوت نشان نداد اما در مقایسه با تیمارهای دیگر آبیاری، تفاوت‌ها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد. تفاوت و واکنش کلون‌ها و دو رقم ساوالان و سانته در تیمارهای آبیاری در سطح آبیاری ۷۰ درصد و دو سطح کمتر از آن قابل توجه و مشهود بود. اما با تأمین نیاز آبی ۸۰ درصد و بیشتر از آن در کلون‌ها و دو رقم مورد مطالعه، با روندی یکنواخت عملکرد افزایش پیدا کرد. این افزایش متناسب با پتانسیل عملکرد کل در آنها بود که در مطالعات سازگاری نیز چنین وضعیتی به اثبات رسیده بود (۲ و ۳). در این پژوهش با کاهش ۲۰ درصد نیاز آبی سیب زمینی، به‌طور متوسط فقط مقدار ۰/۷ کیلوگرم در متر مربع کاهش عملکرد حاصل شد. که این وضعیت با کاهش نیاز آبی تا حد ۱۰ درصد و نیز تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌دار نشان نداد. لذا با عنایت به ارزش حیاتی آب در منطقه همدان و مناطق مشابه و در نظر گرفتن نیاز آبی سیب زمینی (مقدار بیش از ۸۰۰۰ متر مکعب در هکتار) و سطح زیر کشت بیش از ۲۵ هزار هکتار در استان، سالیانه می‌توان بیش از ۴۰ میلیون متر مکعب در میزان مصرف آب فقط در استان همدان صرفه‌جویی نمود. در عین حالی‌که عملکرد قابل قبولی نیز حاصل می‌گردد.

تأثیر رژیم‌های آبیاری و سطوح مختلف آب آبیاری بر میزان عملکرد کل سیب‌زمینی با پژوهش‌های دیگر نیز به اثبات رسیده است (۷، ۱۳، ۱۵ و ۱۹).

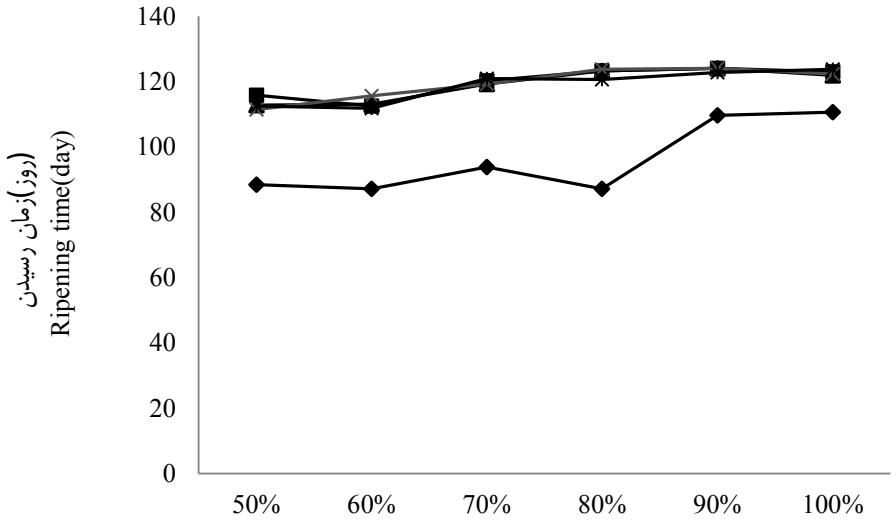
جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی در برخی از صفات مورد آزمون

Table 4- Mean analysis of main effect on some of the test traits

تیمارها Treatments	تعداد ساقه در بوته Stem no per plant	تعداد روز تا پوشش کامل مزرعه Day to overlapping	زمان گلدهی (روز) Flowering date (day)	طول دوره گلدهی (روز) Flowering longevity (day)	میزان قند احیاء Amount of reducing sugar (mg.100g $^{-1}$)
تیمار آبیاری (I) Irrigation					
۵۰ درصد آبیاری 50 %	5.16 c	57.86 a	39.26 d	11.46 e	36.75 a
۶۰ درصد آبیاری 60%	5.46 c	59.33 a	40.76 d	12.26 e	35.51 a
۷۰ درصد آبیاری 70%	5.60 abc	54.30 b	45.23 c	15.73 d	23.24 b
۸۰ درصد آبیاری 80%	6.16 a	51.50 c	49.76 b	17.53 c	14.56 c
۹۰ درصد آبیاری 90%	5.26 c	46.66 d	52.76 a	22.66 b	14.50 c
۱۰۰ درصد آبیاری 100%	5.93 ab	43.83 e	53.03 a	24.40 a	14.16 c
رقم (کلون) Clone (cultivar)					
Sante (control)	5.91 b	4.27 b	40.97 b	11.00 b	22.32 b
Savalan	6.44 a	53.41 a	47.88 a	18.80 a	23.43 ab
3970015-13	5.91 b	53.66 a	48.86 a	18.88 a	23.93 a
397008-2	5.05 c	52.56 a	48.05 a	18.66	22.89 ab
3970097-1	4.72 c	53.19 a	48.25 a	19.36 a	22.03 ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت آماری معنی‌داری در سطوح احتمال پنج درصد نداشته‌اند.

Labels with same letters on every column are not significantly different at 5% by DMRT.



شکل ۱- اثر متقابل تیمار آبیاری در کلون (رقم) در زمان رسیدن (طول دوره رشد)

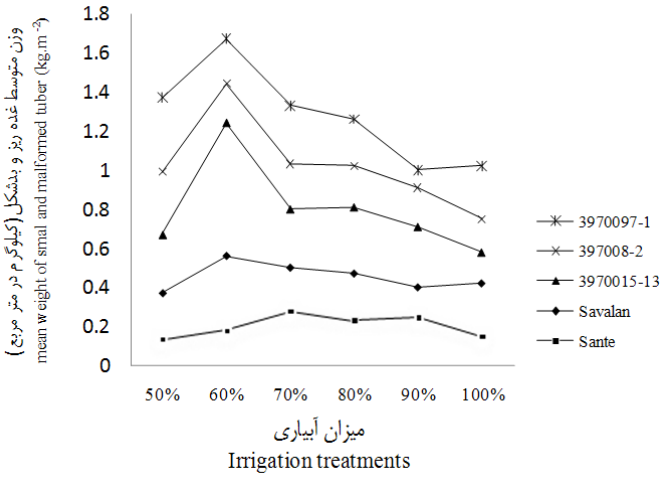
Figure 1- Interaction effect of irrigation treatment with cultivar on ripening time

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار آبیاری و رقم در وزن تر و خشک ریشه

Table 5- Mean comparison of interaction effect of irrigation with cultivar in fresh and dry root weight

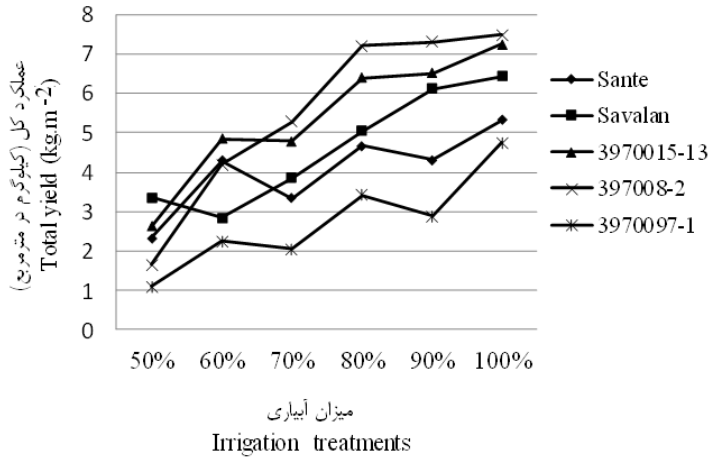
تیمار آبیاری Irrigation treatment	رقم/کلون Clone/cultivar	وزن تر ریشه (مرحله ۱) First fresh root weight	وزن تر ریشه (مرحله ۲) Second fresh root weight	وزن تر ریشه (مرحله ۳) Third fresh root weight	وزن خشک ریشه (مرحله ۱) First dry root weight	وزن خشک ریشه (مرحله ۲) Second dry root weight	وزن خشک ریشه (مرحله ۳) Third dry root weight
۵۰ درصد	Sante	46.98 I	61.19 d	70.75 m	9.39 l	12.23 d	14.15 m
	Savalan	51.09 jk	66.04 d	72.45 lm	10.21 jk	13.20 d	14.49 lm
50%	3970015-13	49.31 k	63.78 d	70.34 m	9.86 k	12.75 d	14.06 m
	397008-2	50.89 jk	68.14 d	73.79 jkl	10.17 jk	13.62 d	14.75 jkl
	3970097-1	45.95 l	61.04 d	71.83 lm	9.19 l	12.20 d	14.36 lm
	Sante	50.43 jk	64.12 d	73.05 klm	10.08 jk	13.02 d	14.61 klm
	Savalan	54.00 h	65.57 d	72.34 lm	10.80 h	13.11 d	14.46 lm
۶۰ درصد	3970015-13	51.59 ij	64.60 d	75.60 ijk	10.31 ij	12.92 d	15.12 ijk
	397008-2	53.60 hi	67.72 d	78.05 hi	10.72 hi	13.54 d	15.61 hi
60%	3970097-1	51.65 ij	63.60 d	75.73 ijk	10.33 ij	12.72 d	15.14 ijk
	Sante	50.54 jk	62.34 d	73.92 jkl	10.10 jk	12.46 d	14.78 jkl
	Savalan	51.82 ij	67.27 d	76.61 ij	10.36 ij	13.45 d	15.32 ij
۷۰ درصد	3970015-13	52.10 hij	65.21 d	79.80 h	10.42 hij	13.04 d	15.96 h
	397008-2	52.43 hij	66.17 d	79.73 h	10.48 hij	13.23 d	15.94 h
70%	3970097-1	46.86 l	61.47 d	72.42 lm	9.37 l	12.29 d	14.48 lm
	Sante	67.02 g	93.54 c	121.97 efg	10.60 g	18.70 c	24.39 efg
۸۰ درصد	Savalan	71.72 ef	97.16 bc	121.16 efg	14.34 eh	19.43 bc	24.23 efg
	3970015-13	70.59 f	100.71 abc	120.37 fg	14.11 f	20.14 abc	24.07 fg
80%	397008-2	73.20 de	99.03 abc	121.70 efg	14.64 de	19.80 abc	24.34 efg
	3970097-1	70.81 f	98.21 abc	119.35 g	14.16 f	19.64 abc	23.87 g
	Sante	71.98 ef	95.55 abc	123.61 de	14.39 ef	19.90 abc	24.72 de
۹۰ درصد	Savalan	78.87 bc	100.74 abc	124.81 d	15.77 bc	20.14 abc	24.96 d
	3970015-13	79.65 abc	97.03 bc	122.61 def	15.93 abc	19.40 bc	24.52 def
90%	397008-2	77.89 c	102.42 abc	128.39 c	15.57 c	20.48 abc	25.67 c
	3970097-1	74.79 d	99.000 abc	121.61 efg	15.97 d	19.80 abc	24.32 efg
	Sante	79.23 bc	105.03 ab	141.12 ab	15.84 bc	21.00 ab	28.22 ab
۱۰۰ درصد	Savalan	79.55 abc	105.38 ab	142.66 a	15.91 abc	21.07 ab	28.53 a
	3970015-13	80.73 ab	108.58 ab	143.23 a	16.14 ab	21.71 a	28.64 a
100%	397008-2	81.43 a	92.90 c	141.95 a	16.28 a	15.58 c	28.39 a
	3970097-1	78.63 b	101.80 abc	138.59 b	15.72 bc	20.36 abc	27.71 b

Within each column means followed by the different letters are significantly different at 5% by DMRT.



شکل ۲- اثر متقابل تیمار آبیاری در کلون (رقم) در تولید غده‌های ریز، بدشکل و غیر قابل فروش

Figure 2- Interaction effect of irrigation treatment with cultivar on production of small, malformed and unmarketable tubers



شکل ۳- اثر متقابل تیمار آبیاری در کلون (رقم) در میزان عملکرد کل

Figure 3- Interaction effect of irrigation treatment with cultivar on total yield

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش درمجموع نشان داد که کاهش میزان آبیاری تا حد ۲۰ درصد و کمتر از نیاز معمول سیب‌زمینی نه تنها اثر نامطلوب بر میزان رشد و کمیت محصول سیب‌زمینی ندارد بلکه بر کیفیت محصول تولیدی از نظر میزان قند احیاء و تولید غده‌های نامطلوب، بدشکل و نامناسب از لحاظ بازارپسندی نیز تأثیر زیان‌باری ندارد. البته تفاوت رقم سیب‌زمینی را در این مورد بایستی لحاظ نمود، چرا که رقم جدید ساوالان و کلون‌های جدید ۳۹۷۰۰۱۵-۱۳ و ۳۹۷۰۰۸-۲ از برتری نسبی در مقایسه با رقم شاهد سانته برخوردار بودند.

سپاسگزاری

از حمایت‌ها و تلاش‌های بیدریغ جناب آقای مهندس نوروزی، مسئول ایستگاه تحقیقات اکباتان تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از همکاری و مساعدت آقایان مهندس علیرضا سلیمی و مهندس محمد یزداندوست همدانی که در اجرای مراحل مختلف پژوهش ما را یاری نمودند سپاسگزاریم.

References

1- Parvaneh, V. 2013. Quality control and the chemical analysis of foods. University of Tehran Press. 332 p.
2- Parvizi, K. 2007. Evaluation and comparison of quantitative yield traits of new potato clones. Annual Report of Research Design, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan. 35 p.
3- Parvizi, K. 2007. Survey and evaluation of quantitative and Qualitative yield traits of new potato cultivars with Sante and Marfona control cultivars in Hamedan region. Annual Report of Research Design, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan. 35 p.
4- Hassan abadi, H., Mousapor goorji, A., Hassan panah, D., Parvizi, K., Kazemi, M., and Hajian far, R. 2013. Khavaran, New potato cultivar with high yield and good quality. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 2 (1): 67-79.
5- Soufian, M., and Emadi, M. 1992. Botanical of Potato, systematic and morphology. Agricultural Research Organization Press, Agricultural Research Center of Hamedan. 35 p.
6- Allen, R., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy. 58 p.
7- Anconellis, G., Gudobonis, G., and Batilani, A. 2003. Irrigation efficiency applying subsurface drip irrigation and minisprinkler irrigation. Potato crop forth International Symposium on Irrigation of Horticutural crop, 1-5 september 2003, University of California. 256 p.
8- Awari, H. W., and Hiwase, S. S. 1994. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annul of Plant Physiology 8 (2): 185-187.
9- Caligari, P. D. S. 1992. Breeding new varieties. In: The Potato Crop, Scientific Basis for Improvement. Harris PM. Chapman and Hall, London pp 334-372.
10- Bizimungu, B. 2005. Drought tolerance in potato clone selected under deficit irrigation. Abstract of the 93rd Annual meeting of the potato association of America. PP. 256-259.

11- Hunst, M. 1998. Minnesota,s agranking, land values, cost of production, farm number, planting and harvesting progress. Minnesota Agricultural Journal 24: 15-22.
12- Gupta, J. P., and Singh, S. D. 1983. Hydrothermal environment of soil, and vegetable production with drip and furrow irrigations. Indian Journal of Agricultural Science 53 (2): 138-142.
13- Kumar, P., Pandey, S. K., Singh, S. V., and Kumar, D. 2006. Irrigation requirement of chipping potato cultivars under west Indian Plains. Potato Journal 34: 3-14.
14- Mazurrczyk, W., and Lis, B. 2002. Variation of Chemical composition of tuber potato table cultivars under deficit and excess of water. Research Division of Jadwisin. Plant Breeding and Agricultural Institute (IHAR), Annual Report. 257 p.
15- Pereira, A. B., and Shock, C. 2006. USA development of irrigation best Management practices for Potato, Oregan State University& Agricultural experiment Station, available at http: //www. ol. Irrigation. Org/ index.
16- Semet, O., Mehmet, E., Derya, O., and Sevgi, C. 2005. Different irrigation Methods and Water stress effects on potato yield and yield components. Agricultural Water Managment Journal 37: 37-86.
17- Singh, N., and Sood, M. C. 1993. Water and Future. Proceeding of the national symposium held at modipuram during 1-3. Indian potato Association Pp. 125-131.
18- Sowokines, J. R., Shock, C. C., and Stieberand, T. D. 2000. Compositional and enzymatic changes associated with sugar end deficit in Russet Burbank potatoes. American. Journal of Potato Research 77: 47-56.
19- Tolga, E., Yesim, E., and Hakan, O. 2005. Water Yield relationship of potato under different irrigation methods and regimens, University of Trakya, Dept of farm, Structurs and Irrigation, available at http://www. Terdem.Tu.Tz.Edu.Tr.
20- Tourneux, C., Devaux, A., Camacho, M. R., Mamani, P., and Ledent, J. F. 2003. Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia, I. Morphological parameters, growth and yield. Agricultural Journal 23: 169-179.
21- Wang, W., Vinocur, B., and Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Plantarum Journal 218: 1-14.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 637-650

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۶۵۰-۶۳۷

The Effect of Water Deficit Imposing Methods on Quantitative and Qualitative Traits of New Potato Cultivar

Kh. Parvizi[1*]- A. Ghadami-firooz Abadi[2]

Received: 11-09-2014
Accepted: 02-02-2015

Introduction

Water deficiency is the main factor that limits crop production in arid and semiarid regions. Due to limitation in water resources, low efficiency of water in surface irrigation method and irregular rainfall application of sprinkle and triple irrigation methods is inevitable in more regions of Iran. In this respect, it is crucial to employ methods that can improve water use efficiency and do not damage the sustainable production of potato in these regions. Introduction of some potato cultivars that have good capability of yield in deficit irrigation is anopportunity in this case. In previous study new released potato cultivar (Savalan) and three other promising clones had more yield and growing potential compared with Agriacultivar. Therefore, it was necessary to evaluate new cultivar (Savalan) and promising clones in water deficit irrigation. In this respect, as is expected, if cultivars or clones have more tolerance to water deficit they canbe suitable cultivar candidate and germplasms in water critical water conditions in many regions of Iran.

Material and Methods

This experiment has been conducted in Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedanin split plot design based on Randomized Complete Block in three replications with two factors, including: 1. Water deficit irrigation treatment, 50, 60, 70, 80, 90 and 100% of regular potato irrigation requirement. 2. Three clones accompanied with Savalan and Sante Cultivars. Irrigation system was tape method. Irrigation treatments were established immediately after cultivation of tubers. Water requirement was calculated through corrected vapotranspiration (ETo) determined by Penman-Monteith equation considering 90% water use efficiency. During the growing season, fewgrowing indices including, flowering longevity and harvesting time were recorded along with measurement of dry and fresh root weights. Total yield was measured by selecting randomly of 2 m^2in every plot. Harvested tubers were separated as marketable and non-marketable. Reducing sugars of tuber were calculated by titration and volume accuracy method. Tow-way analysis of variance (ANOVA) of the data was carried out using SAS software and the means were compared through the Duncan's Multiple Range Test.

Results and Discussion

multiple analysis of variance of two years demonstrated that water treatment and clone effects were significant at 1% α level on number of stem, time and longevity of flowering, overlapping time, senescing time, fresh and dry root weight, unmarketable yield and total yield. Water regimes had significant effect on reducing sugars but cultivar had not the same effect. Means comparison of main stem showed that providing 80% water requirement had uppermost effect (No average of 6.16 per plant), since it didn't significant difference with 90% and 100% of water requirement. Canopy overlapping time delayed as water supplement decreased. Three clones and Savalan showed similar reaction, but differences were significant as compared with other cultivar (Sante).It seems that supplementing of water requirement as 70% and upper than that have intensified the effect of cultivar on time of flowering and its longevity. Mean comparison of fresh and root dry weight showed significant effect of interaction between cultivar and irrigation levels. 397008-2 clone had more fresh and dry root weight in all irrigation levels as compared to other clones and cultivar. Mean comparison showed that 50 and 60 percent of water requirement increased in tuber. Three higher levels of irrigation regimes (80, 90 and 100 percentage of water requirement) showed the same effect on reducing sugar of tubers and didn't show significant difference with each other. Supplying water requirement (100%) produced highest yield (6.25 kg m^{-2}) and didn't show significant with 80 and 90 percent of water supplement. In this research, there were different reaction between clone/cultivar in main stem and overlapping time for different irrigation regimes. The differences of flowering

1- Assistant Prof, Faculty member of Agricultural and Natural Resources research center, Hamedan, Iran
2- Faculty member of Agricultural and Natural Resources research center, Hamedan, Iran
(*- Corresponding author Email: kparvizi@yahoo.com)

dateand its longevity between clones in different water treatments demonstrated that although flower longevity of potato is a qualitative trait related to cultivar inherit but it can be affected by environment condition like temperature, light intensity and soil moisture. In this research there have been remarkable changes in reducing sugar of tubers under different irrigation levels. Therefore we can conclude that by determining good strategy for water use management in potato, both water stresses and higher reduction of sugar can be avoided. This result was consistent with previous studies (12, 14 and 18) that evaluated the effect of water stress and water deficiency on qualitative characters of potato. Decreasing 20 percent water requirement of potato, resulted only 0.7 kg decrease of total yield per square meter. As a result, it can be save more than 40 million cubic meter of water only in Hamedan state every year. Moreover, if we apply some suitable cultivars same as Savalan and other promising clones that have more tolerance to water deficit, it can be more efficient.

Conclusions

Totally, the result of the this research showed that decreasing water requirement of potato until 20% not only did not impair the growth and performance of potato but also did not show adverse effects on qualify of harvested tuber. It is also found that Savalan and two clone had more advantage in comparison with others.

Keywords: Water stress, Irrigation treatment, Potato, Yield and growth reaction