Archive of SID

بررسی اثرات تنش خشکی حاصل از کم آبیاری سنتی و متناوب روی برخی از خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا

سودابه گلستانی کرمانی[۱*]، محمدرضا نوری امامزاده‌ایی[۲]، محمد شایان‌نژاد[۳]، علی شاه‌نظری[۴] و عبدالرحمن محمدخانی[۵]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد golestani_sodabeh@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۵- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۵

چکیده

امروزه با توجه به کمبود منابع آبی، توجه بیشتری به استفاده از روش‌های ذخیره کننده آب می‌شود. لذا در تحقیق حاضر به بررسی اثر اعمال تنش خشکی در روش کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب بر گیاه سیب زمینی (Solanum Tuberosum L.) پرداخته شده است. بدین منظور رقم آگریا در بهار سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شد. تیمارهای آبیاری اعمال شده شامل آبیاری کامل و کم آبیاری در سه سطح پتانسیل ماتریک خاک (٦٠- ، ٨٠- و ١٢٠- کیلوپاسکال) بود که بعد از مرحله غده زایی و در قالب دو روش کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب اعمال شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS V.9 انجام شد و برای مقایسه میانگین صفات نیز از آزمون LSD با سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. بررسی نتایج به‌دست آمده نشان داد تنش آبی بر وزن خشک و تر اندام هوایی گیاه، وزن ریشه، طول ریشه، حجم ریشه، شاخص برداشت، راندمان مصرف آب و درصد نشاسته در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت، اما بر تعداد غده در بوته و درصد ماده خشک غده در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین آبیاری متناوب باعث بهبود بازار پسندی، راندمان مصرف آب، شاخص برداشت، حجم ریشه و وزن اندام هوایی گیاه نسبت به کم آبیاری سنتی شد. بیشترین راندمان مصرف آب بین سطوح تنش اعمال شده از تیمار کم آبیاری متناوب با سطح پتانسیل ماتریک ٨٠- کیلوپاسکال و به میزان ٦/٨٥ (کیلوگرم بر مترمکعب) به‌دست آمد که نسبت به آبیاری کامل ٢١/٤٥ درصد افزایش داشته است.

کلید واژه‌ها : کم آبیاری سنتی، کم آبیاری متناوب، سیب زمینی.

Effects of Water Stress on Quantitative and Qualitative Properties of Potato Crop (Agria c.v.) in Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying Techniques

S. Golestani Kermani[1], M.R. NouriEmamzadei[2], M. Shayannejad[3], A. Shahnazari[4] and A.Mhamadkhani[5]

1- Ph.D. Student, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.
2- Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.
3- Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Agriculture, IUT University Isfahan.
4- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari.
5- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculrute, Sharekord University.

Received: 1 June 2013 Accepted: 6 Nov. 2013

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract

In order to investigate the effects of deficit irrigation and partial root zone drying technique on potato (Solanum Tuberosum L. cv. Agria) crop, an green house experiment was carried out in Shahrekord University in spring, 2012. A completely randomized block design with seven treatments and three replications was done. Potatoes were subjected to water treatments Full irrigation (FI),Deficit irrigation (DI) and Partial root zone drying (PRD) in three levels of soil matric potential(-60 , -80, -120kpa) after tuber initiation. SAS v.9 software and LSD test at 5% probability level used for analysis of variance and comparison of means, respectively. The results of this study showed fresh and dry biomass, root weight, root length, root volume, harvest index, water use efficiency and starch at 1% and tuber dry matter and number of tuber in plant in 5% probability level were affected by different irrigation treatment. Also PRD improved biomass, root volume, tuber in plant, harvest index and tuber size. Water Use Efficiency (WUE) was also higher 21.45% in PRD-80kpa (6.85 kg/m^3) treatment than the others.

Key words: Traditional irrigation deficit, Alternative irrigation deficit, Potato.

مقدمه

شناخت اثر تنش‌های مختلف محیطی روی فیزیولوژی گیاهان زراعی برای آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت و بقای گیاهان در برابر تنش ضرورت دارد. یکی از کارهای اساسی و لازم جهت کاهش تأثیر تنش، درک کامل و دقیق واکنش‌های فیزیولوژیکی و عکس العمل گیاهان در مقابل آن می‌باشد (۳).

خشکی یکی از معمول‌ترین تنش‌هایی است که همواره تولید محصولات کشاورزی را تهدید کرده و سطح وسیعی از مناطق جهان را تحت تأثیر خود قرار داده است. به طوری‌که از مجموع ۱۴۹ میلیون کیلومتر مربع سطح قاره‌ها، در حدود یک سوم آن را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل داده و این مناطق بالغ بر ۷۰۰ میلیون نفر از جمعیت دنیا را در خود جای داده است (۳). همچنین پیش‌بینی‌های هواشناسی نشان می‌دهد که شدت، تناوب و دوره خشکی‌ها به آرامی در حال افزایش است و این امر تأثیر جدی روی محصولات کشاورزی خواهد داشت (۲۴).

با این حال به نظر می‌رسد تنها گزینه مؤثر برای تأمین امنیت غذایی برای جمعیت رو به افزایش جهان، استفاده از کشاورزی آبی است. زیرا میزان محصول کشاورزی تولید شده تحت آبیاری دو برابر میزان محصول تولید شده در شرایط دیم است. همچنین لازم است تا مناطق کشاورزی تحت آبیاری بیش از ۲۰ درصد افزایش یابد و میزان تولید محصولات نیز تا حدود ۴۰ درصد افزایش یابد تا بتوان در سال ۲۰۲۵ غذای ۸ بیلیون نفر جمعیت جهان را تأمین کرد (۱۸). بنابراین ضروری است با توجه به کمبود منابع آبی، راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی افزایش یابد و روش‌های کنترل کننده و ذخیره کننده آب از جمله کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب مورد توجه بیشتر قرارگیرد.

کم آبیاری سنتی روشی است که در آن گیاهان به صورت هدفمند تحت آبیاری قرار می‌گیرند و این امر در حالتی رخ می‌دهد که گیاه کمترین حساسیت را نسبت به تنش داشته باشد. مدیریت این روش در مورد برخی از گیاهان مانند سیب زمینی که ریشه سطحی دارند به سختی انجام می‌شود. زیرا با توجه به حساسیت گیاه به خشکی و سطحی بودن ریشه، حتی اعمال دوره‌های کوتاه تنش نیز روی محصول و کیفیت آن موثر است (۲۰).

کم آبیاری متناوب نوع جدیدی از کم آبیاری سنتی است که در آن دو قسمت ریشه گیاه به صورت متناوب آبیاری شده و در نتیجه حداکثر پتانسیل آب گیاه حفظ و میزان رشد رویشی کنترل می‌شود. این روش بر اساس مکانیزم ارسال سیگنال‌های شیمیایی از ریشه به سمت اندام هوایی گیاه می‌باشد و این امر یکی از پاسخ‌هایی است که گیاهان خشکی زی در مواجه با تنش ملایم نشان می‌دهند (۱۵).

ریشه گیاه به شرایط رطوبتی خاک حساس است و با تولید و ارسال اسید آبسیسک[1] (ABA) به اندام هوایی، باعث ایجاد پاسخ‌های دفاعی مثل بسته شدن روزنه‌ها و محدود کردن سرعت رشد و توسعه برگ و در نتیجه موجب کاهش هدر رفت آب می‌شود (۱۸). در روش کم آبیاری متناوب بخشی از ریشه در ناحیه مرطوب و بخشی در ناحیه خشک خاک قرار می‌گیرد. در نتیجه بین اسید آبسیسیک ترشح شده از بخش خشک ریشه و تغییر وضعیت آب در گیاه که به صورت سیگنال هیدرولیکی عمل می‌کند، تعادل برقرار بوده و راندمان استفاده از آب حداکثر می‌باشد (۱۱). دوس سانتوز و همکاران[2] اطلاعات بیشتری در مورد گیاهان تحت کم آبیاری متناوب به‌دست آورده‌اند که نشان می‌دهد این نوع آبیاری هدایت روزنه‌ای را بدون تأثیر در تثبیت دی اکسید کربن کاهش داده و باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌شود (۹).

سیب زمینی (Solanum Tuberosum L.) از جمله محصولاتی است که نقش مهمی در سبد غذایی مردم جهان داشته و در رتبه چهارم بعد از گندم، برنج و ذرت قرار گرفته است (۶). در ایران نیز بر اساس آمار بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت سیب زمینی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ حدود ۱۸۵۷۱۵ هکتار و میزان محصول تولیدی آن ۵۵۷۷۵۵۳/۰۶ تن بوده است (۱۰). به دلیل حساسیت سیب زمینی نسبت به کم آبی و ارزش غذایی بالای آن، محققین بسیاری به بررسی تأثیر کم آبیاری بر صفات کمی و کیفی این گیاه پرداخته‌اند.

1- Abscisic acid (ABA)
2- Dos Santos et al.

www.SID.ir

Archive of SID

خورشیدی بنام و همکاران، سه سطح مختلف تنش آبی (۸۰ و۶۰ و۴۰ درصد آب قابل استفاده خاک) را در سه مرحله رشد سیب زمینی روی ارقام مختلف در محیط گلخانه اعمال کردند. نتایج این تحقیق نشان داده است که اعمال هرگونه تنش محتوای نسبی آب، کارایی مصرف آب، تعداد غده در بوته، درصد ماده خشک و عملکرد را کاهش می‌دهد (۲).

یوان و همکاران[1]، اثر سطوح مختلف آبیاری را بر رشد و عملکرد سیب زمینی بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان آب مصرفی ارتفاع گیاه، میزان بیوماس و محصول بازارپسند با وزن غده بیش از ۸۰ گرم افزایش یافت، لیکن وزن خشک محصول و کیفیت غده‌ها کاهش یافته است (۲۶).

لیو و همکاران[2]، در تحقیقات خود نشان دادند که اعمال تنش ۵۰ درصدی در مرحله غده زایی روی سیب زمینی باعث کاهش میزان بیوماس گیاه در کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب شده است، در کم آبیاری متناوب تجمع ماده خشک در ریشه افزایش یافته و در کم آبیاری سنتی میزان تجمع ماده خشک در ریشه و غده افزایش یافته است، راندمان مصرف آب در آبیاری کامل و کم آبیاری متناوب یکسان و کمتر از کم آبیاری سنتی بوده است (۱۶).

جنسن و همکاران[3]، در تحقیقات خود نشان دادند اعمال روش کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب باعث افزایش محصول بازارپسند سیب زمینی تا ۱۵ درصد و کاهش ۳۰-۲۰ درصد آب مصرفی شده است (۱۱).

سیب زمینی از عمده‌ترین محصولات کشاورزی در استان چهار محال و بختیاری می‌باشد. بر اساس آمار موجود سطح زیر کشت محصول در استان در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹حدود ۵۱۵۲ هکتار و میزان محصول تولیدی آن ۱۶۶۴۵۶/۰۶ تن بوده است (۱۰). در سال‌های گذشته به دلیل تغییر پارامترهای اقلیمی و کاهش ریزش‌های جوی، تولید سیب زمینی در استان با کاهش چشمگیری مواجه شده است. لذا با توجه به کمبود منابع آبی و اهمیت افزایش راندمان مصرف آب، ضروری است بررسی‌های بیشتری در مورد اعمال روش‌های کم آبیاری و تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر کمیت و کیفیت محصول انجام شود. اکثر تحقیقات انجام شده در زمینه تنش خشکی، درشرایط مختلف مزرعه‌ای بوده و اثر مقادیر مختلف تنش آبی در حفظ محصول و افزایش راندمان مصرف آب مورد بررسی قرار گرفته است. در حالی‌که تحقیقات کمتری در محیط گلخانه و تحت شرایط کنترل دما و سایر پارامترهای محیطی انجام شده که در این شرایط، امکان بررسی دقیق‌تر میزان جذب آب توسط گیاه و کنترل تغییرات رطوبتی محیط کشت در شرایط اعمال تنش‌های مختلف آبی فراهم است. لذا در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر دو روش کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب و همچنین سطوح مختلف تنش آبی بر برخی از صفات کمی و کیفی گیاه سیب زمینی در محیط گلخانه و تحت شرایط محیطی کنترل شده، پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. در اواخر اسفند ماه غده‌های سیب زمینی رقم آگریا به وزن تقریبی ۵۰ گرم انتخاب و در ظروف پلاستیکی کوچک حاوی ۶۰ درصد شن و ۴۰ درصد پرلیت کشت شد. در بهار و پس از ظهور گیاهچه روی سطح خاک و رسیدن به مرحله ۷- ۵ برگی، گیاهچه‌های مذکور به گلدان‌هایی با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و قطر متوسط ۳۵ سانتی‌متر انتقال یافتند. برای اعمال روش کم آبیاری متناوب و کنترل رطوبت خاک در طرفین ریشه، وسط گلدان با استفاده از صفحات کارتن پلاست به دو بخش مساوی تقسیم و آب بندی کامل صفحه جداکننده با بدنه گلدان انجام شده تا از نشت رطوبت به طرفین جلوگیری شود. سپس از وسط لبه بالایی صفحه کارتن پلاست قطعه‌ای به عمق ۱۰ سانتی‌متر جدا شده و گیاهچه به صورتی در این بخش قرار گرفت که ریشه گیاه در طرفین صفحه جدا کننده توسعه یابد. بافت خاک گلدان‌ها بر اساس آزمایش هیدرومتری، رسی- لومی تعیین شد و سایر مشخصات آن نیز در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین بر اساس آزمایش‌های کیفی نمونه خاک مقادیر کافی از کود سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به هر گلدان اضافه شد و کود اوره نیز در دو مرحله و به میزان ۲ گرم به هر گلدان اضافه شد. مشخصات کیفی آب آبیاری مورد استفاده نیز در جدول (۲) ارائه شده است.

برای بررسی وضعیت رطوبتی خاک نیز از منحنی رطوبتی تهیه شده از نمونه خاک گلدان استفاده شد که در شکل (۱) ارائه شده است. همچنین سنسورهای رطوبتی (TDR[4]) به طول ۱۶ سانتی‌متر در ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری گلدان و در دو تکرار نصب شد. قبل از نصب، سنسورها براساس شرایط رطوبتی خاک گلدان واسنجی شدند و رابطه بین رطوبت حجمی خاک و عدد قرائت شده از سنسور استخراج شد. در نمونه‌های تحت اعمال کم آبیاری متناوب سنسورهای رطوبتی در هر دو سمت صفحه جدا کننده نصب گردید.

تا زمان تشکیل غده، آبیاری همه گلدان‌ها یکسان انجام شد. پس از اتمام فاز غده زایی و در حالی‌که ۸۰ درصد غده‌های تولید شده بزرگتر از ۲۰ میلی‌متر بودند، تیمارهای آبیاری کامل[5] (FI)، کم آبیاری سنتی[6] (DI) و کم آبیاری متناوب[7] (PRD) هر یک در سه سطح پتانسیل ماتریک ۶۰- ، ۸۰- و ۱۲۰-کیلوپاسکال اعمال شدند. نمای طرح آماری مورد استفاده در شکل (۲) و همچنین معرفی و بیان خصوصیات هر کدام از تیمارهای اعمال

1- Yuan et al.
2- Liu et al.
3- Jensen et al.
4- Time Domain Reflectometer (TDR)
5- Full Irrigation (FI)
6- Deficit Irrigation (DI)
7- Partial Root Zone Drying (PRD)

www.SID.ir

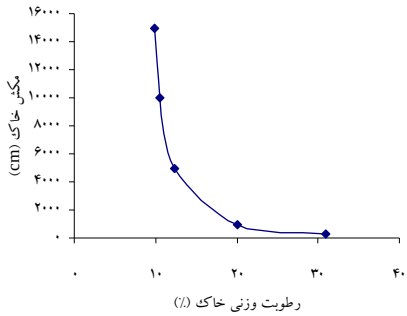
Archive of SID

جدول ۱- مشخصات بافت خاک

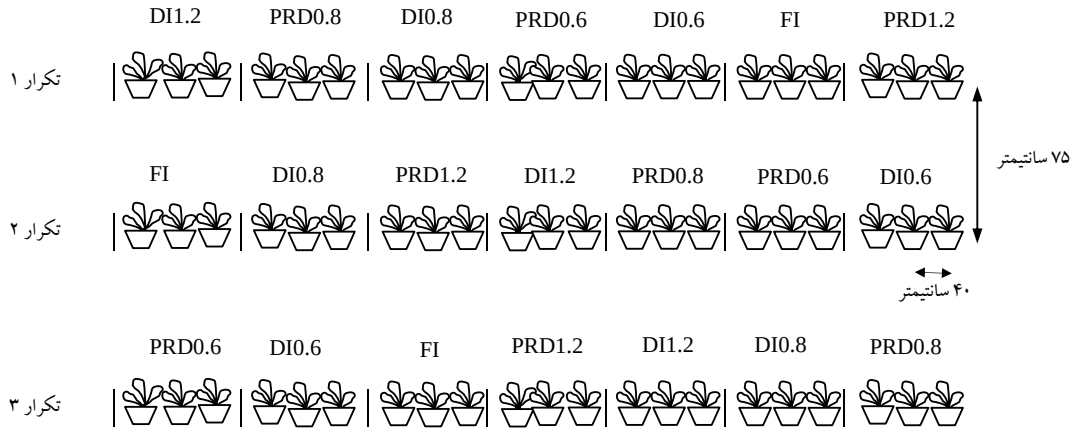
رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	رطوبت حجمی در نقطه ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم (درصد)	جرم مخصوص ظاهری(g/cm^3)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ds/m)	pH
۲۸/۳۴	۳۸	۳۳/۶۶	۳۱	۹/۹	۱/۳۴	۰/۵۳۵	۷/۸۹

جدول۲- خصوصیات آب آبیاری

EC (ds/m)	pH	Ca+Mg(meq/lit)	Na(meq/lit)	K(meq/lit)	HCO3 (meq/lit)	CO3(meq/lit)	SAR
۰/۳۴	۷/۴۲	۰/۹۴	۰/۱۵	۰/۰۸	۳/۵۸	۰/۰۰	۰/۰۸



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک



شکل۲- نمای طرح آماری مورد استفاده (تیمارهای اعمال شده در جدول ۳ معرفی شده‌اند)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- خصوصیات تیمارهای آبیاری اعمال شده

نوع کم آبیاری	علامت اختصاری	مکش اعمال شده در خاک بر حسب کیلوپاسکال	درصد تنش آبی معادل	نوع کم آبیاری	علامت اختصاری	مکش اعمال شده در خاک بر حسب کیلوپاسکال	درصد تنش آبی معادل
کم آبیاری سنتی	DI0.6	-۶۰	۱۸/۴۵	کم آبیاری متناوب	PRD0.6	-۶۰	۱۸/۴۵
	DI0.8	-۸۰	۲۵/۳۵		PRD0.8	-۸۰	۲۵/۳۵
	DI1.2	-۱۲۰	۳۶/۷۴		PRD1.2	-۱۲۰	۳۶/۷۴

شده به صورت خلاصه در جدول (۳) ارائه شده است. برای اعمال تیمار آبیاری، رطوبت خاک به صورت روزانه در ساعت ۹-۸ صبح با استفاده از سنسور رطوبتی قرائت شده و حجم آب لازم برای تأمین سطوح رطوبتی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید:

$$V=(\theta_1-\theta_2)\times Z\times A \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، V: حجم آب مورد نیاز بر حسب مترمکعب، θ_1 : رطوبت حجمی خاک در سطح تنش مورد نظر، θ_1 : رطوبت حجمی قرائت شده خاک، Z : عمق ریشه گیاه که برابر با ۰/۵۰ متر لحاظ شد و A : متوسط سطح مقطع گلدان بر حسب مترمربع می‌باشد. در تیمار آبیاری کامل رطوبت خاک همواره در حد ظرفیت مزرعه ± ۵ درصد حفظ شده و در تیمارهای کم آبیاری سنتی نیز رطوبت خاک همواره در سطح تنش مورد نظر ± ۵ درصد حفظ شده است. در تیمارهای کم آبیاری متناوب، آبیاری در یک سمت ریشه انجام شده و رطوبت آن در سطح تنش مورد نظر ± ۵ درصد کنترل گردید. پس از یک هفته و در شرایطی که ۷۰-۶۰ درصد رطوبت موجود در بخش خشک ریشه مصرف شده بود، آبیاری جابه‌جا شده و این تناوب تا انتهای دوره رشد تکرار شد. پس از اتمام دوره رشد، اندام هوایی گیاه قطع شد و پس از وزن شدن، در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. ریشه گیاه نیز پس از خارج شدن از گلدان با فشار ملایم آب شستشو داده شد. حجم ریشه با روش غوطه‌وری در آب تعیین گردید. طول بلندترین انشعاب ریشه نیز با متر اندازه‌گیری شد.

سپس ریشه وزن شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و مجدداً وزن شد. تعداد غده درهر بوته نیز شمارش شد. ابعاد غده‌ها با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و بازار پسندی آن بر اساس روش شاه نظری و همکاران[1] (۲۰) تعیین شد. برای تعیین وزن خشک غده از هر تکرار دو نمونه انتخاب و به قطعاتی تقسیم شده و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه خشک شد. برای تعیین میزان نشاسته قطعاتی به ابعاد ۲۵×۱۰ میلی‌متر از مرکز هر غده خارج و درصد نشاسته با استفاده از روش سینگ و همکاران[2] (۲۳) تعیین شد. همچنین شاخص برداشت نیز با روش شیری جناگرد و همکاران[3](۲۲) محاسبه گردید. راندمان مصرف آب نیز با تقسیم عملکرد غده در هر گلدان بر میزان آب مصرفی محاسبه شد. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS 9 انجام شد. همچنین برای مقایسه میانگین صفات نیز از آزمون LSD با سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در این بخش با ارائه جدول‌های تجزیه واریانس و نمودارهای مقایسه میانگین به بررسی اثر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده روی صفات کمی و کیفی گیاه پرداخته شده است.

الف) صفات کمی

۱- وزن اندام هوایی گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد اعمال تنش آبی باعث ایجاد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای آبیاری اعمال شده روی وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه سیب زمینی شده است و در سطح یک درصد ($P<۰/۰۰۰۱$) معنی‌دار است. بررسی نتایج نشان می‌دهد اعمال تنش آبی باعث کاهش وزن اندام هوایی گیاه سیب زمینی نسبت به آبیاری کامل شده است که لیو و همکاران (۱۶) و صدر قاین و همکاران (۴) نیز در گزارش‌های خود این مطلب را تأیید کرده‌اند. بیشترین میزان وزن تر اندام هوایی در تیمار FI و به میزان ۵۴۶/۰۵ گرم و کمترین مقدار نیز در تیمار DI1.2 به میزان ۲۸۲/۸۶ گرم مشاهده گردید. همچنین بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی نیز در تیمار FI به مقدار ۱۲۹/۱۵۳ گرم و کمترین مقدار آن نیز در تیمار DI1.2 و به مقدار ۴۸/۸۸۳ گرم مشاهده

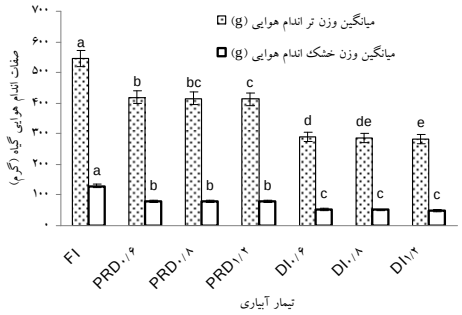
1- Shahnazari et al.

2- Sing et al.

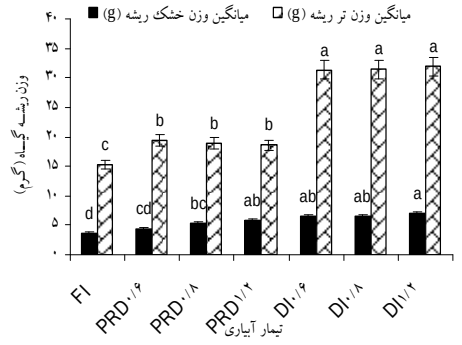
3- Shiri –e- janagard et al.

www.SID.ir

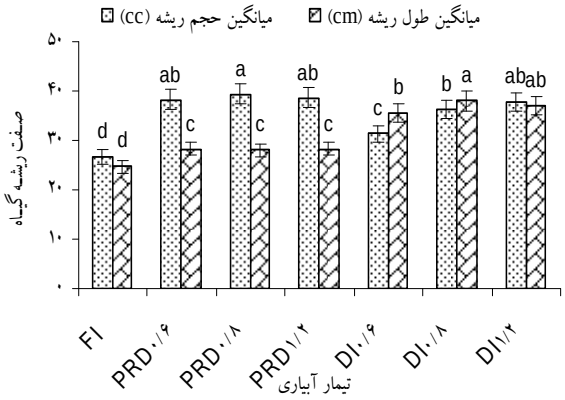
Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین وزن اندام هوایی گیاه



شکل٤- مقایسه میانگین وزن ریشه



شکل٥- مقایسه میانگین صفت ریشه

شد. نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۳) نشان می‌دهد افزایش شدت تنش باعث کاهش وزن تر اندام گیاهی شده و اختلاف مشاهده شده بین تیمارهای PRD0.6 و PRD1.2 و همچنین بین تیمارهای DI0.6 و DI1.2 در سطح پنج درصد معنی‌دار است. در کم آبیاری متناوب وزن تر اندام هوایی به طور متوسط ۲۳/۸۷ درصد کاهش یافته است که این مقدار کمتر از تأثیر کم آبیاری سنتی در کاهش وزن اندام هوایی سیب زمینی (۴۷/۵۱ درصد) می‌باشد. اما در وزن خشک گیاه بین سطوح مختلف تنش اعمال شده در یک روش کم آبیاری، اختلاف معنی-دار مشاهده نشد. کم آبیاری متناوب وزن خشک اندام هوایی را به طور متوسط ۳۸/۳۷ درصد کاهش داده است که این مقدار نیز کمتر از تأثیر کم آبیاری سنتی در کاهش وزن (۶۰/۵۷ درصد)

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. در آبیاری متناوب، ریشه گیاه با ارسال سیگنال‌های شیمیایی به اندام هوایی باعث باز بودن روزنه‌ها و حفظ آب موجود در گیاه شده و توانایی ریشه نیز در جذب آب و املاح پس از خیس شدن خاک افزایش می‌یابد و به همین دلیل در کم آبیاری متناوب کاهش کمتر بیوماس گیاه در مقایسه با کم آبیاری سنتی مشاهده می‌شود (۱۳). همچنین در کم آبیاری متناوب، ریشه گیاه مقادیر بیشتری از نیتروژن موجود در خاک را جذب کرده و گیاه در اواخر فصل رشد برای مدت بیشتری سبز باقی مانده و به فعالیت فتوسنتزی خود ادامه می‌دهد. در نتیجه می‌توان انتظار داشت که وزن اندام هوایی گیاه در مقایسه با گیاه تحت کم آبیاری سنتی، افزایش بیشتری داشته باشد (۲۱).

۲- وزن ریشه گیاه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) و شکل (۴) نشان می‌دهد تنش آبی باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده روی صفت وزن تر و خشک ریشه گیاه در سطح یک درصد ($p< ۰/۰۰۰۱$) شده است. نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۴) نشان می‌دهد با اعمال تنش آبی وزن تر و خشک ریشه افزایش یافته و بیشترین مقدار وزن تر و خشک ریشه در تیمار DI1.2 و به ترتیب به میزان ۳۱/۹۷ گرم و ۶/۹۴ گرم مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار وزن تر و خشک ریشه نیز در تیمار FI و به ترتیب به میزان ۱۵/۳۴ گرم و ۳/۶۶ گرم مشاهده گردید. بررسی نتایج نشان می‌دهد هر چند با افزایش شدت تنش وزن تر و خشک ریشه افزایش یافته است، اما اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف تنش اعمال شده در روش کم آبیاری سنتی مشاهده نمی‌شود و در کم آبیاری متناوب نیز اختلاف بین تیمار PRD0.6 و PRD1.2 در صفت وزن خشک ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار است. با این حال در روش کم آبیاری متناوب وزن تر و خشک ریشه به طور متوسط ۲۳/۶۰ درصد و ۴۰ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش داشته است و در کم آبیاری سنتی نیز وزن تر و خشک ریشه به ترتیب ۵۵ درصد و ۸۱/۹۶ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر زمان اعمال کم آبی، پس از مرحله غده زایی بوده که در این زمان سرعت رشد اندام هوایی گیاه کندتر است و انتظار می‌رود در شرایط تنش مواد غذایی ساخته شده در برگ گیاه به میزان بیشتری به اندام زیر زمینی گیاه انتقال یافته و وزن اندام زیر زمینی افزایش یابد (۲۰). نتایج ارائه شده در این بخش با نتایج خورشیدی بنام و همکاران (۳) همخوانی ندارد که می‌تواند به دلیل اختلاف در شدت تنش و زمان اعمال آن باشد.

۳- طول ریشه گیاه

افزایش طول ریشه گیاه به عوامل محیطی و ژنتیکی وابسته است. به دنبال اعمال تنش خشکی، ریشه گیاه برای یافتن منابع آبی به اعماق نفوذ کرده و طول آن افزایش می‌یابد. نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس (۴) نشان می‌دهد با اعمال تنش آبی، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ($p< ۰/۰۰۰۱$) بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده در صفت طول ریشه مشاهده می‌شود. بیشترین طول ریشه در تیمار DI0.8 به مقدار ۳۸ سانتی‌متر و کمترین طول ریشه در تیمار FI به مقدار ۲۴/۶ سانتی‌متر مشاهده شد. این یافته‌ها با نتایج لاهلو و لدنت[1] (۱۴) در مورد ریشه گیاه سیب زمینی، همخوانی دارد. همچنین نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۵) نشان می‌دهد بین سطوح تنش اعمال شده در کم آبیاری متناوب اختلاف معنی‌دار وجود نداشته و تنها اختلاف مشاهده شده بین سطوح تنش DI0.6 و DI0.8 در سطح پنج درصد معنی‌دار است. به طور متوسط در کم آبیاری متناوب طول ریشه ۱۴/۴۱ درصد افزایش یافته که بیشترین آن در تیمار PRD1.2 مشاهده شد و در کم آبیاری سنتی نیز طول ریشه به طور متوسط ۴۹/۵۴ درصد افزایش یافت که بیشترین آن در تیمار DI0.8 مشاهده شد.

٤- حجم ریشه گیاه

جدول (۴) نشان می‌دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر روش‌های کم آبیاری اعمال شده روی حجم ریشه در سطح یک درصد ($p < ۰/۰۰۰۱$) معنی‌دار است. روش کم آبیاری متناوب باعث افزایش معنی‌دار حجم ریشه نسبت به سایر تیمارهای آبیاری شده است. به طوری‌که بیشترین مقدار حجم ریشه در تیمار PRD0.8 و کمترین مقدار آن در تیمار FI مشاهده شد. همچنین نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۵) نشان می‌دهد بین سطوح مختلف تنش اعمال شده درروش کم آبیاری متناوب، اختلاف معنی‌داری نیست و در کم آبیاری سنتی، اختلاف بین تیمار DI0.6 با تیمارهای DI0.8 و DI1.2 در سطح پنج درصد معنی‌دار است. بررسی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد حجم ریشه در کم آبیاری سنتی نسبت به آبیاری کامل به طور متوسط ۳۱/۶۸ درصد افزایش و در کم آبیاری متناوب نیز ۴۵/۴۰ درصد افزایش داشته است. به نظر می‌رسد از آنجا که در کم آبیاری سنتی ریشه گیاه برای مدت طولانی تحت تأثیر خشکی قرار دارد، برخی از ریشه‌های گیاه می‌میرند و تولید ریشه‌های جدید نیز انجام نمی‌شود. اما در کم آبیاری متناوب ریشه برای مدت کمتری تحت تأثیر کم آبی قرار گرفته و از طرفی تناوب آبیاری در طرفین ریشه، باعث تولید ریشه‌های ثانویه جدید، افزایش حجم ریشه و افزایش هدایت هیدرولیکی آن شده است. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط شاه نظری و همکاران (۱۹) و سپاسخواه و احمدی[2] (۱۸) همخوانی دارد.

1- Lahlou and Ledent
2- Sepaskhah and Ahmadi

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

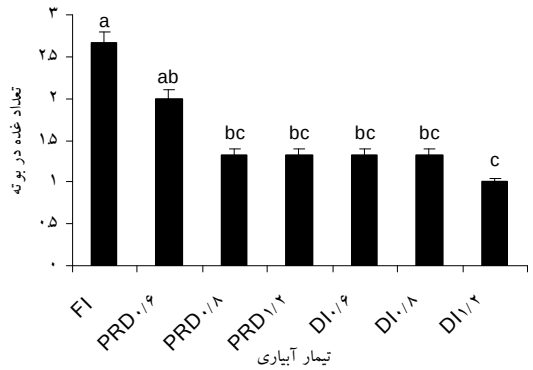
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر اندام هوایی(گرم)	وزن خشک اندام هوایی(گرم)	حجم ریشه	طول ریشه(سانتی‌متر)	وزن تر ریشه(گرم)	وزن خشک ریشه(گرم)
تکرار	۲	۹/۷۰۳^{ns}	۳/۸۶۱^{ns}	۰/۶۱۹^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۰/۹۶۹^{ns}	۱/۰۸۹^{ns}
تیمار	۶	۳۱۹۶۲/۱۸۹**	۲۳۷۰/۶۶۷**	۶۶/۷۶۱**	۸۴/۴۱۲**	۱۶۱/۸۷۷**	۴/۵۸**
خطا	۱۲	۱۵/۶۹۷	۵/۸۰۴	۱/۴۵۲	۱/۶۹۸	۱/۳۵۱	۰/۶۹۵

*،**وns به ترتیب معنی داربودن در سطح پنج درصد و یک درصد و عدم معنی دار بودن است.

جدول ٥- ادامه نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ماده خشک غده (درصد)	تعداد غده در بوته	شاخص برداشت	نشاسته (درصد)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
تکرار	۲	۱/۱۲۴^{ns}	۲/۰۸^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۲/۵۴۱^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}
تیمار	۶	۳/۳۲۲*	۴/۶۹*	۰/۰۰۰**	۵/۳۰۷**	۰/۵۱۹**
خطا	۱۲	۱/۰۴۲	۰/۲۰۶	۰/۰۰۰	۱/۰۹۹	۰/۰۲۶۵

*،**وns به ترتیب معنی داربودن در سطح پنج درصد و یک درصد و عدم معنی دار بودن است.



شکل ٦- مقایسه میانگین تعداد غده در بوته

٥- تعداد غده در بوته

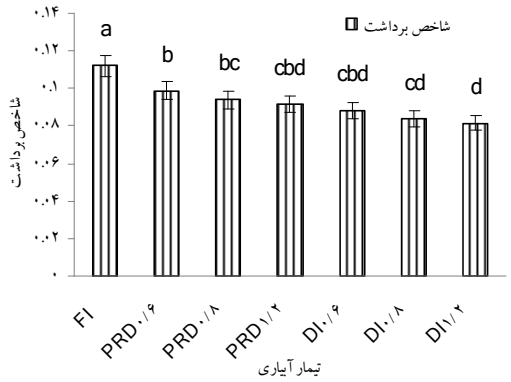
تعداد غده در بوته از مهمترین صفات و از اجزای عملکرد در سیب زمینی محسوب می‌شود. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای آبیاری اعمال شده در صفت تعداد غده در بوته وجود دارد. اعمال تنش آبی موجب کاهش تعداد غده شده است، به طوری‌که بیشترین تعداد غده از تیمار FI و کمترین مقدار آن از تیمار DI1.2 به‌دست آمد. مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۶) اختلاف بین تیمارهای آبیاری اعمال شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر چند با افزایش شدت تنش تعداد غده کاهش یافته است، اما اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف تنش اعمال شده در یک روش کم آبیاری ملاحظه نشده است.

علاوه بر شدت تنش، مرحله‌ای از رشد که گیاه در آن دچار تنش می‌شود نیز بر عملکرد گیاه مؤثر است. اگر تنش قبل از تشکیل غده‌ها باشد تعداد غده‌ها به شدت تنزل می‌یابد و پس از این مرحله، بر کیفیت غده تاثیر می‌گذارد (۲). اما بنا بر گزارش سعید و همکاران[1] (۱۷) در صورتی‌که خاک برای مدت طولانی تحت تنش باشد، ممکن است گیاه بعضی از غده‌های کوچک‌تر را جذب کند تا منبع غذایی برای غده‌های بزرگ‌تر باشند و تعداد غده در بوته کاهش یابد. همچنین جوادی (۱) و محمدی (۵) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که با اعمال تنش، تعداد غده در بوته کاهش می‌یابد که با نتایج ارائه شده همخوانی دارد. اما خورشیدی بنام و همکاران (۲) اختلاف معنی دار بین تعداد غده در آبیاری کامل و شرایط تحت تنش گزارش نکرده‌اند.

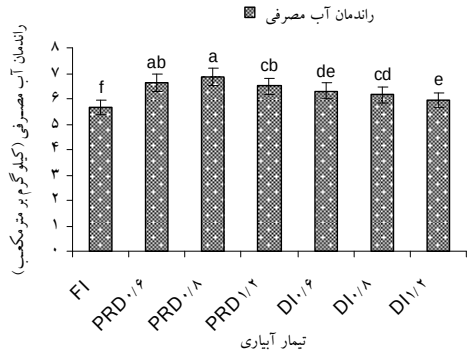
1- Saeed et al.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷- مقایسه میانگین شاخص برداشت



شکل ۸- مقایسه میانگین راندمان مصرف آب

٦- شاخص برداشت

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده روی صفت شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار است. با اعمال تنش آبی شاخص برداشت کاهش یافته است. به طوری‌که بیشترین مقدار شاخص برداشت از تیمار FI و کمترین آن از تیمارDI1.2 به‌دست آمد. شاخص برداشت در کم آبیاری متناوب به طور متوسط ۱۵/۴۸ درصد و در کم آبیاری سنتی ۲۴/۷۳ درصد نسبت به آبیاری کامل کاهش داشته است. همچنین همان طور که در شکل (۷) نیز ملاحظه می‌شود این صفت با افزایش سطح تنش در یک روش کم آبیاری، کاهش یافته است که این مقدار از نظر آماری معنی‌دار نیست. در کم آبیاری متناوب ریشه گیاه گسترش بیشتری یافته و توانایی جذب بیشتر آب و املاح را دارد. همچنین کنترل باز بودن روزنه‌ها، هدر رفت آب از گیاه را کنترل می‌کند و باعث کاهش تعرق گیاه می‌شود. از آنجا که شدت کاهش تعرق با شدت کاهش فتوسنتز برابر نیست، بیوماس و غده گیاه در تیمارهای تحت اعمال کم آبیاری متناوب حفظ شده و شاخص برداشت در این حالت کاهش کمتری نسبت به کم آبیاری سنتی نشان می‌دهد. شاه نظری و همکاران (۱۹) و درویش و همکاران[1] (۷) نیز بیشترین شاخص برداشت را از تیمار آبیاری کامل به‌دست آورده‌اند، اما شیری جناگرد و همکاران (۲۲) در گزارش خود بیان کرده‌اند که اعمال تنش آبی، تغییری در شاخص برداشت ایجاد نکرده‌است.

۷- راندمان مصرف آب

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۵) و شکل (۸) نشان می‌دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای آبیاری اعمال شده روی راندمان مصرف آب[2] (WUE) در سطح یک درصد معنی‌دار است و با کاهش آب آبیاری، راندمان مصرف آب افزایش یافته است. بیشترین مقدار راندمان از تیمار PRD0.8 به میزان (kg/m^3) ۶/۸۵ و کمترین آن از تیمار FI به میزان (kg/m^3) ۵/۶۴ به‌دست آمد. همچنین بیشترین مقدار راندمان مصرف آب در روش کم آبیاری سنتی، از تیمار DI0.8 و به مقدار (kg/m^3) ۶/۳۰ به‌دست آمد. بررسی نتایج به‌دست آمده

1- Darwish et al.
2- Water Use Efficiency (WUE)

www.SID.ir

Archive of SID

و نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۸) نشان می‌دهد به طور متوسط راندمان مصرف آب در روش کم آبیاری متناوب نسبت به کم آبیاری سنتی افزایش یافته است که این امر نشان دهنده استفاده مناسب‌تر از آب در روش کم آبیاری متناوب است. در کم آبیاری متناوب کاهش هدایت روزنه‌ها، تعرق را بیشتر از فتوسنتز کاهش داده و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش یافته است. در حالی‌که در تنش‌های شدید و طولانی مدت روزنه‌ها کاملاً بسته شده و کارایی مصرف آب به علت پایین آمدن فتوسنتز و در نهایت کاهش عملکرد گیاه، پایین می‌یابد (۲). بررسی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد در آبیاری متناوب میزان راندمان به طور متوسط ۱۸/۱۴ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافته و در کم آبیاری سنتی نیز راندمان به طور متوسط ۸/۷۴ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافته است. همچنین اختلاف مشاهده شده بین سطوح تنش PRD0.8 و PRD1.2 و بین سطوح تنش DI0.8و DI1.2 در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. بررسی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد اعمال روش کم آبیاری متناوب در محیط گلخانه پس از مرحله غده‌زایی سیب زمینی رقم آگریا و کنترل رطوبت خاک با بافت رسی- لومی در محدوده پتانسیل ماتریک ۸۰- کیلوپاسکال، باعث صرفه جویی در حجم آب مصرفی به میزان ۲۱/۴۴ درصد شده و در عین حال راندمان مصرف آب را ۲۱/۴۵ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش داده است. برخی از محققین گزارش‌های مشابهی درباره راندمان مصرف آب ارائه کرده‌اند. شاه نظری و همکاران (۲۰) ، جووانویک و همکاران[1] (۱۲) و سعید و همکاران (۱۷) حداکثر راندمان مصرف آب را از کم آبیاری متناوب به‌دست آورده‌اند. در حالی‌که شیری جناگرد و همکاران (۲۲) ، بیشترین مقدار راندمان مصرف آب را از آبیاری کامل گزارش کرده‌اند. از آنجا که شرایط اقلیمی و محیطی، بافت خاک، شدت تنش وارد شده و نوع واریته مورد استفاده در این گزارش‌ها متفاوت بوده و همگی در مزرعه انجام شده‌اند، تفاوت-های ارائه شده مورد انتظار می‌باشد. در مجموع، مطالب ذکر شده کارایی بهتر روش کم آبیاری متناوب را در استفاده از آب نسبت به آبیاری کامل و کم ابیاری سنتی نشان می‌دهد.

ب) صفات کیفی

۱- درصد ماده خشک

میزان درصد ماده خشک از مهمترین صفات پس از عملکرد می‌باشد. زیرا ارقام دارای درصد ماده خشک بیشتر هم به لحاظ صنعتی و اقتصادی و هم به لحاظ خاصیت انبارداری از اهمیت زیادی برخوردارند و اساساً هدف از تولید هر محصول، میزان ماده خشک تولیدی توسط آن است.

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده در صفت ماده خشک غده در سطح پنج درصد معنی‌دار است. در کم آبیاری سنتی، ماده خشک غده به طور متوسط ۱۴درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافته و بیشترین مقدار ماده خشک غده از تیمار DI1.2 به‌دست آمد. همچنین در کم آبیاری متناوب نیز درصد ماده خشک غده نسبت به آبیاری کامل به طور متوسط ۸/۵۲ درصد افزایش یافت و بیشترین مقدار آن از تیمار PRD0.8 به‌دست آمد. ماده خشک ۲۲-۱۸ درصد وزن غده تازه را شامل می‌شود که این مقدار تحت اثر تنش آبی افزایش می‌یابد. هر چند بر اساس نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل(۹) اختلاف معنی‌دار بین سطوح تنش اعمال شده در روش کم آبیاری سنتی مشاهده نشده و در روش کم آبیاری متناوب نیز اختلاف بین تیمار PRD0.6 با سایر سطوح تنش در سطح پنج درصد معنی‌دار است. خورشیدی بنام و همکاران (۲) نیز در تحقیقات خود به این مطلب اشاره کرده‌اند که در تنش آبی، کل ماده خشک غده کاهش می‌یابد، اما درصد ماده خشک غده افزایش یافته است.

جووانویک و همکاران (۱۲) نیز در تحقیقات خود نشان دادند با اعمال کم آبیاری متناوب، وزن خشک غده نسبت به آبیاری کامل افزایش یافته است، اما در عین حال تناقضاتی نیز وجود دارد. از جمله دماگانت و همکاران[2] (۸) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کمبود رطوبت، وزن خشک غده را به صورت معنی دار کاهش می‌دهد که می‌تواند به دلیل تفاوت در زمان اعمال تنش و یا شدت سطح تنش باشد.

۲- درصد نشاسته

با اعمال تنش آبی، درصد نشاسته در سیب زمینی افزایش یافته و نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می-دهد اختلاف بین تیمار آبیاری کامل و سایر تیمارهای کم آبیاری اعمال شده در سطح یک درصد معنی‌دار است. همچنین نمودار مقایسه میانگین ارائه شده در شکل (۹) نیز اختلاف بین تیمارهای اعمال شده را نشان می‌دهد. نشاسته سیب زمینی به طور متوسط در کم آبیاری متناوب ۶/۱ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش داشته و بیشترین مقدار آن در تیمار PRD0.8 اندازه‌گیری شد. جووانوویک و همکاران (۱۲) ، جنسن و همکاران (۱۱) و تورنتون[3] (۲۵) نیز در گزارش‌های خود به این نکته اشاره کرده‌اند که در کم آبیاری متناوب میزان نشاسته و آنتی اکسیدان‌ها در غده سیب زمینی نسبت به آبیاری کامل افزایش می‌یابد. در تیمارهای کم آبیاری سنتی نیز درصد نشاسته به طور متوسط ۲۶/۶ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در تیمار DI1.2 اندازه‌گیری شد. به نظر می‌رسد بر اثر اعمال تنش آبی انتقال مواد تجمع یافته به ریشه و غده سیب زمینی افزایش یافته که شدت آن در کم آبیاری سنتی بیش از کم آبیاری متناوب است و باعث افـزایش بیشتـر وزن خشک ریشه و درصد مـاده خشک و

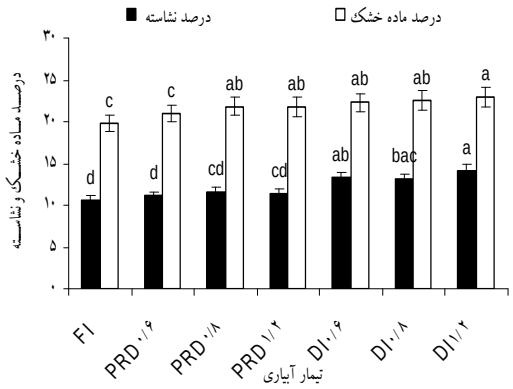
1- Jovanovic et al.

2- Demagante et al.

3- Thornton

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- مقایسه میانگین درصد ماده خشک و نشاسته

نشاسته در این روش کم آبیاری شده است. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط لیو و همکاران (۱۶) همخوانی دارد. همچنین نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد افزایش سطح تنش در یک روش کم آبیاری باعث افزایش اندک نشاسته شده است که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست.

۳- بازار پسندی

اندازه و بازار پسندی محصول را می‌توان به عنوان یک عامل در کیفیت محصول تولیدی در نظر گرفت. در تحقیق حاضر پس از بررسی اندازه غده و تعیین میزان بازار پسندی که بر اساس روش شاه نظری و همکاران (۲۰) انجام شد، ملاحظه گردید در تیمار آبیاری کامل اندازه بیشتر غده‌ها بزرگتر از ۶۰ میلی‌متر است. در تیمار کم آبیاری متناوب اندازه بیشتر غده‌ها در محدود ۵۰-۴۰ میلی‌متر و ۶۰-۵۰ میلی‌متر قرار گرفته و در تیمار کم آبیاری سنتی، غده‌ها به صورت نسبتاً مساوی در محدوده ۵۰-۴۰ میلی-متر و کوچکتر از ۴۰ میلی‌متر قرار گرفته‌اند. در واقع در تیمار کم آبیاری متناوب، ناهنجاری کمتری در اندازه و شکل غده‌ها دیده شد و تعداد بیشتری از غده‌ها در گروه بازار پسند قرار گرفتند. در روش کم آبیاری متناوب میزان نیتروژن بیشتری در برگ گیاه وجود دارد که می‌تواند منجر به شدت فتوسنتز بیشتر در برگ شده و در نتیجه غده بازار پسندتری را به بازار ارائه کند (۲۱). به طور متوسط در کم آبیاری متناوب میزان غده بازار پسند ۱۳ درصد نسبت به کم آبیاری سنتی افزایش یافته است. در کم آبیاری سنتی نیز تعداد غده کوچک افزایش یافته و کوچکترین غده‌ها در تیمار DI1.2 مشاهده شد. شاه نظری و همکاران (۲۰) نیز بیشترین تعداد غده بازار پسند را از تیمار کم آبیاری متناوب بدست آوردند. همچنین یوان و همکاران (۲۶) و صدر قاین و همکاران (۴) نیزدر گزارش‌های خود بیان کرده‌اند که با افزایش حجم آب کاربردی، حجم غده نیز افزایش می‌یابد.

نتیجه گیری

امروزه با توجه به کمبود منابع آبی در بخش کشاورزی، استفاده از روش‌های ذخیره کننده آب به منظور افزایش میزان محصول تولیدی در ازای واحد آب مصرفی رو به افزایش است. در تحقیق حاضر به بررسی اثر سطوح مختلف تنش آبی در دو روش کم آبیاری سنتی و کم آبیاری متناوب بر برخی از صفات کمی و کیفی گیاه سیب زمینی رقم آگریا پرداخته شد. تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده نشان داد بیشترین مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه مربوط به تیمار آبیاری کامل است. در عین حال مقایسه نتایج حاصل از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که روش کم آبیاری متناوب باعث کاهش کمتر وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه (به ترتیب ۲۳/۸۷ و ۳۸/۳۷ درصد) نسبت به کم آبیاری سنتی می‌شود. همچنین بررسی‌ها نشان داد که اعمال کم آبیاری سنتی منجر به افزایش بیشتر وزن و طول ریشه در مقایسه با کم آبیاری متناوب شده است. بیشترین وزن ریشه در تیمار DI1.2 و بیشترین طول ریشه نیز در تیمار DI0.8 مشاهده شد. در حالی‌که بیشترین حجم ریشه در تیمار PRD0.8 مشاهده شد. همچنین بیشترین راندمان مصرف آب نیز در تیمار PRD0.8 و به میزان ۶/۸۵ (کیلوگرم بر مترمکعب) مشاهده شد. بررسی‌ها نشان داد که راندمان مصرف آب در روش کم آبیاری متناوب به طور متوسط ۱۸/۱۴ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافته که این مقدار در روش کم آبیاری سنتی ۸/۷۴ درصد می‌باشد. همچنین در تیمار PRD0.8 ، ۲۱/۴۴ درصد در میزان آب مصرفی صرفه جویی شده است که نشان دهنده استفاده بهینه از آب در روش کم آبیاری متناوب می‌باشد. میزان بازار پسندی نیز در کم آبیاری متناوب نسبت به کم آبیاری سنتی ۱۳ درصد افزایش یافت. با اعمال کم آبیاری سنتی درصد نشاسته و ماده خشک به ترتیب ۲۶/۶ و ۱۴ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافت که این مقدار بیشتر از تأثیر روش کم آبیاری متناوب در افزایش این دو صفت می‌باشد. بیشترین درصد نشاسته و ماده خشک نیز در

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار DI1.2 مشاهده شد. بیشترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد و بررسی‌ها نشان داد روش کم آبیاری متناوب باعث کاهش کمتر شاخص برداشت نسبت به کم آبیاری سنتی شده است. بیشترین تعداد غده در بوته نیز در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد و اختلاف مشاهده شده بین تیمارهای ابیاری اعمال شده روی این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

منابع

۱- جوادی، م. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در کلون‌های حاصل از بذر حقیقی سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل. صفحه ۱۲۰.

۲- خورشیدی بنام، م. ب.، رحیم زاده خویی، ف.، میرهادی، م. ج. و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل رشد ارقام مختلف سیب زمینی. مجله علوم زراعی ایران، شماره ۴، جلد ۱، صفحات ۵۹-۴۸.

۳- خورشیدی بنام، م. ب.، رحیم زاده خویی، ف.، میرهادی، م. ج. و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه سه رقم سیب زمینی. مجله دانش نوین کشاورزی، شماره ۳، صفحات ۵۰-۳۹.

۴- صدرقاین، س. ح.، نخجوانی مقدم، م. م.، وج . باغانی. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب بر عملکرد سیب زمینی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) در منطقه فیروزکوه. مجله آبیاری و زهکشی ایران. جلد ۱، شماره ۴، صفحات ۱۰۸-۹۹.

۵- محمدی، ع. ۱۳۸۰. ارزیابی منابع مقاومت به خشکی در تعدادی از ارقام سیب زمینی در منطقه اردبیل. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل. صفحه ۱۳۷.

6- Ahmadi, S. H., Andersen, M. N., Plaubory, F., Poulsen, R., Jensen, C. R., Sepaskhah, A. R. and S. Hansen. 2010. Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity. Agricultural Water Management, (97): 1923-1930.

7- Darwish, T. M., Atallah, T. W., Hajhassan, S. and A. Haidar. 2006. Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato. Agricultural Water Management, (85): 95-104.

8- Demagante, A. L., Harris, P. M., and P. Vander Zaag. 1995. A promising method for screening drought tolerance in potato ysing apical cutting. American Potato Journal, (72): 577-588.

9- Dos Santos, T. P., Lopes, C. M., Rodrigues, M. L., De souza, C. R., Maroco, J. P., Pereira, J. S., Silva, J. R. and M. M. Chaves. 2003. Partial root – zone drying : Effects on fruit growth and quality of fileld grown grapewines(vitis vinifera). Plant biology,(30):663-671.

10- http://abagri.maj.ir/zrt/yearrep.asp.

11- Jensen, C. R., Battilani, A., Plauborg, F., Psarras, G., Chartzoulakis, K., Jovanovic, Z. Li, G. and M. N. Andersen. 2010. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signaling in potatoes and tomatoes. Agricultural Water Management, (98): 403-413.

12- Jovanovic, Z., Stikic, R., Vucelic-Radovic, B., Paukovic, M., Brocic, Z., Matoric, G., Rovcanin, S and M. Mojevic. 2010. Partial root zone drying increases WUE, N and antioxidant content in field potatoes. European Journal of Agronomy, (33): 124-131.

13- Kang, SH. and J. Zhang. 2004. Controlled alternate partial root zone irrigation : Its physiological consequences and impact on water use efficiency. Agricultural Water Management, 55(407): 2437-3447.

14- Lahlou, O. and J. F. Ledent. 2005. Root mass and depth,stolon and roots formed on stolons in four cultivars of potato under water stress. European Journal of Agronomy, 22: 159-173.

15- Lian xu, H., Qin, F.. Xu, Q., Tan, J., and G. Liu. 2011. Application of xerophytophysiology in plant production- The potato crop improved by partial root zone drying of early season but not whole season. Scientia Horticulturae, (129): 528-534.

www.SID.ir

Archive of SID

16- Liu, F., Shahnazri, A., Andersen, M. N., Jacobsen, S. E., and C. R. Jensen. 2006. Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning and water use efficiency in potato. Scientia Horticulturae, (109): 113-117.

17- Saeed, H., Grove, I. G., Kettlewell, P. S., and N.W. Hall. 2008. Potantial of partial root zone drying as an alternative irrigation technique for potatoes (Solanum Tuberosum). Annals of Applied Biology, 152(1): 71-80.

18- Sepaskhah, A. R., and S. H. Ahmadi. 2010. A review on partial root zone drying irrigation. International Journal of Plant Production, 4(4): 241-259.

19- Shahnazari, A., and Jensen, C. R., Jacobsen, S. E., Liu, F. and M. N. Andersen. 2006. Partial root zone drying for water saving. International symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, Turkey.

20- Shahnazari, A., Liu, F., Andersen, M. N., Jacobsen, S. E., and S. E. Jensen. 2007. Effects of partial root zone drying on yield,tuber size and water use efficiency in potato under field condition. Field Crop Research, (100): 117-124.

21- Shahnazari, A., Ahmadi, S. H., Laerke, P. E., Liu, F., Plauborg, F., Jacobsen, S. E., Jensen C. R., and M. N. Andersen. 2008. Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potato. European Journal of Agronomy, (28): 65-73.

22- Shiri-e-Janagard, M., Tobeh, A., Hokmalipour, S., Jamaati-e- Somarin, Sh., Abbasi, A., and K. Shahbazi. 2009. Potato (Solanum Tuberosum L.) response to drip irrigation regimes and plant arrangements during growth periods. Asian Journal of Plant Sciences, 8(6): 390-399.

23- Singh, J., Kaur, L., Mc carthy, O. J., Moughan, P. J., and H. Singh. 2009. Development and characterization of extruded snacks from new Zealand taewa (Maori potato) flours. Food Research International, (42): 663-673.

24- Stikic, R., Jovanovic, Z., Paukovic, M., and S. Djordjevic. 2009. Deficit irrigation techniques in potato growing : practical application of stress physiology knowledge. 45th Creation and 5th International Symposium on Agriculture, PP: 638-643.

25- Thornton, M. 2003. Effects of heat and water stress on the physiology of potatoes. Presented at the Idaho potato conference on January 23, PP: 103-108.

26- Yuan, B. Z., Nishiyama, S., and Y. Kang. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip irrigated potato. Agricultural Water Management, (63): 153-167.

www.SID.ir