Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 827-820

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 820-827

تأثیر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و کم‌آبیاری ناقص ریشه بر خصوصیات کمی و کیفی توت فرنگی

علی شاهنظری[1*] - محسن رضائیان[2]

تاریخ دریافت: 1392/04/26
تاریخ پذیرش: 1394/02/13

چکیده

آگاهی از تأثیر تنش کم‌آبی بر کمیت و کیفیت گیاه توت‌فرنگی به‌منظور مدیریت آبیاری و محصول ضروری است. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم‌شده و کم‌آبیاری ناقص ریشه روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه توت‌فرنگی در سال 1391 در یکی از مزارع توت‌فرنگی شهرستان بابلسر انجام شد. 3 تیمار آبیاری مطالعه شد: آبیاری کامل، کم‌آبیاری تنظیم‌شده و کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطح 75% نیاز آبی گیاه. پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آبیاری تا رسیدن رطوبت خاک به نقطه ظرفیت زراعی ادامه پیدا می‌کرد. با داشتن منحنی رطوبتی خاک و اندازه‌گیری مکش خاک به وسیله تانسیومتر وضعیت رطوبت خاک تعیین شد. عمق آب آبیاری طی کل فصل آبیاری در تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری به ترتیب 341 و 256 میلی‌متر بود. بررسی اثر تیمارها با اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های میوه در مرحله رسیدگی انجام شد. از نظر خصوصیات کمی صفات وزن‌تر، وزن خشک، سطح برگ، شاخص سطح برگ و عملکرد در تیمار آبیاری کامل به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کم‌آبیاری بود. در مقایسه صفات کیفی اسید قابل تیتر، اسیدیته و شاخص طعم میوه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. مقدار قند کل و آنتوسیانین در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار دیگر بود. با در نظر گرفتن صفات کمی و کیفی، روش کم‌آبیاری ناقص ریشه نزدیک‌ترین نتایج به تیمار آبیاری کامل را دارا بود. در شرایط استان مازندران استفاده از این روش برای به حداقل رساندن تلفات کمی و افزایش کیفیت میوه‌ها در شرایط تنش آبی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: صرفه‌جویی، کم‌آبی، گیاه، محصول

مقدمه

کم‌آبیاری راهکاری مناسب برای کسب عملکرد قابل قبول و اقتصادی با مصرف حداقل آب می‌باشد (22). در کم‌آبیاری با وجود این که عملکرد در واحد سطح کاهش پیدا می‌کند، کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب موجب کسب سود بیشتر خواهد شد (21). روش کم‌آبیاری ناقص ریشه برای اولین بار درکشور استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن در شروع کار، کنترل رشد اضافی ساقه درخت انگور بوده است؛ این هدف با خشک نگه داشتن تناوبی نیمی از ریشه در طول فصل کشت محقق شد (6). کم-آبیاری ناقص ریشه در مقایسه با آبیاری کامل سبب کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب می‌شود (15 و 19). روش کم‌آبیاری ناقص ریشه بر این فرض استوار است که بخشی از ریشه که تحت تنش واقع شده است، ریشه‌های نابجا تولید نموده و با خشک و تر نمودن متناوب، سیستم ریشه‌ای خود را توسعه می‌بخشد؛ لذا گیاهان در روش کم‌آبیاری ناقص ریشه می‌توانند سیستم ریشه‌ای متفاوتی در مقایسه با گیاهانی که تحت آبیاری کامل و یا کم‌آبیاری تنظیم‌شده قرار دارند، داشته باشند (8). در این روش با جذب آب از قسمت تر ریشه وضعیت آب گیاه را در یک حالت مطلوب نگه داشته می‌شود (4) و قسمتی از ریشه که در ناحیه خشک قرار دارد سبب افزایش تولید هورمون آبسسیک اسید می‌شود. افزایش این هورمون باعث کاهش هدایت روزنه‌ای شده و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد (14، 5). شائو و همکاران (16) در بررسی اثر روش‌های کم‌آبیاری معمولی و کم‌آبیاری ناقص ریشه روی فلفل قرمز، بیشتر بودن کارایی مصرف آب در روش کم‌آبیاری ناقص ریشه نسبت به آبیاری کامل را گزارش کرده‌اند. نتایج بررسی عملکرد ذرت در نتیجه اعمال کم‌آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری تنظیم‌شده تحت سیستم آبیاری قطره‌ای، به حداکثر بودن عملکرد دانه و حداقل بودن راندمان مصرف آب در تیمار آبیاری کامل نسبت به تیمارهای کم-

1- دانشیار گروه آبیاری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: (Email: aliponh@yahoo.com
2-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری منتج شد (21). در بررسی انجام شده توسط زگبی و همکاران (21) روی تأثیر کم‌آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد و کیفیت محصول گوجه فرنگی کاهش معنی‌دار در نرخ فتوسنتز، وزن تر و خشک میوه نسبت به آبیاری کامل گزارش شده است. نتایج پژوهش انجام شده توسط ژو و همکاران (20)، روی تغییرات فیزیولوژیکی گوجه فرنگی با اعمال کم‌آبیاری ناقص ریشه نشان داد که در روش کم‌آبیاری ناقص ریشه، با تغییر پتانسیل اسمزی میزان آماس سلول‌های برگ را در حد بالاتر از معمول حفظ شده و میزان مقاومت گیاه در شرایط کم-آبی افزایش پیدا می‌کند. رولبیکی و همکاران (13) با بررسی روی توت فرنگی رقم السانتا[1] و مقایسه کم‌آبیاری معمولی (در سطح 50 درصد نیاز آبی) و آبیاری کامل افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب در تیمار کم‌آبیاری نسبت به آبیاری کامل را گزارش کرده‌اند. در این زمینه زگبی دومینگوز و همکاران (22) و سوی و همکاران (3) نیز به نتایج مشابه‌ای مبنی بر افزایش کارایی مصرف آب تحت تأثیر کم-آبیاری دست یافته‌اند. در پژوهش انجام شده توسط جین بوردونابا و تری (9) در اعمال روش کم‌آبیاری روی توت فرنگی، نتایج مطالعات نشان داد کم‌آبیاری می‌تواند غلظت قند کل و برخی اسیدهای میوه را افزایش دهد. با توجه به این مطلب که در پژوهش‌های انجام شده روی توت‌فرنگی غالباً تمرکز روی عملکرد محصول بوده است، در پژوهش حاضر ضمن بررسی تأثیر روش‌های مختلف مدیریت کم-آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی توت‌فرنگی، روی شاخصه‌های کیفی تمرکز بیشتری صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر روی توت فرنگی رقم کاماروسا[2] در مزرعه‌ای به مساحت 6000 متر مربع (50 m × 120 m) در شهرستان بابلسر استان مازندران، به طول جغرافیایی 52 درجه و 39 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 36 درجه و 43 دقیقه شمالی در سال 1391 اجرا شد. پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تیمار و سه تکرار در مراحل رشد توت فرنگی بود. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل (FI)، کم‌آبیاری تنظیم‌شده در سطح 75 درصد نیاز آبی ($RDI_{75\%}$) و کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطح 75 درصد نیاز آبی گیاه ($PRD_{75\%}$) بودند. برای تعیین خصوصیات خاک، بعد از گرفتن نمونه خاک از مزرعه، نمونه‌هادر آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند. رطوبت نقطه ظرفیت زراعی نمونه‌های خاک برداشت شده به وسیله دستگاه صفحات فشاری تعیین شد (جدول 1).

به منظور کنترل رطوبت خاک در مزرعه از تانسیومتر استفاده شد. نقطه رطوبتی معادل مکش خاک توسط دستگاه صفحات فشاری تعیین شد. با توجه به این مطلب که حداکثر عمق ریشه گیاه توت-فرنگی 25 سانتی‌متر می‌باشد (2) تانسیومترها در ناحیه توسعه ریشه گیاه، در 2 عمق 8 و 23 سانتی‌متر به فاصله 4 سانتی‌متر از مرکز بوته در تیمار آبیاری کامل نصب شدند. برای تانسیومترها دو تکرار در نظر گرفته شد و تانسیومترها به طور تصادفی در دو نقطه از مزرعه نصب شدند. آبیاری تا رسیدن خاک پای بوته‌ها به نقطه ظرفیت زراعی (مکش 0/3 بار (1)) ادامه پیدا می‌کرد. آبیاری مزرعه توسط سیستم آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوارهای آبیاری انجام شد. برای تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری تنظیم شده یک نوار آبیاری در کنار بوته قرار گرفت. در تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه 2 نوار آبیاری در دو طرف ریشه بوته در نظر گرفته شد. به منظور حصول اطمینان از خشک بودن نیمی از ریشه به هنگام آبیاری نیمه دیگر در تیمار کم‌آبیاری ناقص ریشه، در هر 3 نوبت آبیاری نسبت به تعویض جهت آبیاری از یک سمت ریشه به سمت دیگر اقدام شد. فاصله گسیلنده‌ها در نوارها 30 سانتی‌متر، فشار کارکرد 0/8 بار، دبی 2/9 لیتر بر ساعت و دور آبیاری 3 روز بود. میزان آب تحویلی به تیمارهای کم‌آبیاری با کنترل زمان انجام شد. به منظور حصول اطمینان از تحویل دقیق آب به تیمارهای آبیاری از کنتور حجمی آب در ابتدای خطوط آبیاری بهره گرفته شد. نشاهای توت فرنگی در تاریخ 30 آبان 1390 با تراکم 12 بوته در مترمربع و با فاصله 25 سانتی‌متر بین بوته‌ها و فاصله 25 سانتی‌متر بین ردیف‌ها کاشته شدند. به‌منظور افزایش عملکرد، محافظت از بوته‌ها و تمیز نگهداشتن میوه‌ها از پوشش مالچ پلی اتیلن سیاه به عرض 120 سانتی‌متر استفاده شد. پوشش مالچ پلی اتیلن سیاه نسبت به روش کشت بدون مالچ سبب افزایش عملکرد محصول توت فرنگی می‌شود که دلیل اصلی این امر جلوگیری از کاهش شدید دمای خاک می‌باشد (10). برای سهولت عملیات کاشت و برداشت توت فرنگی، بین هر چهار ردیف توت فرنگی یک مسیر دسترسی به پهنای 60 سانتی‌متر درنظرگرفته شد. آبیاری مزرعه در تاریخ 11 اردیبهشت شروع شد و تا تاریخ 19 شهریور ادامه پیدا کرد. تیمارهای آبیاری در کل دوره آبیاری اعمال شد. عملیات‌های زراعی مانند مبارزه با آفات و بیماری‌ها به طور یکنواخت صورت پذیرفت. دوره برداشت محصول از 15 اردیبهشت تا 30 خرداد بود. در این مدت 8 بار برداشت صورت گرفت. برای تعیین عملکرد در هر بار برداشت توت فرنگی، مقدار محصول هر بوته بصورت جداگانه وزن شد. در پایان فصل رشد با جمع مقادیر مربوط به هر بار برداشت، مقدار عملکرد توت فرنگی در فصل زراعی بدست آمد. نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی گیاه در 207 روز بعد از کاشت صورت گرفت. نمونه-برداری از تیمارها به‌صورت تصادفی و در سه تکرار برای هر تیمار انجام شد. مقایسه اثر تیمارهای آبیاری بر میوه‌ها با اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی میوه‌ها انجام شد.

1- Elsanta
2- Fragaria ananas var. Camarosa

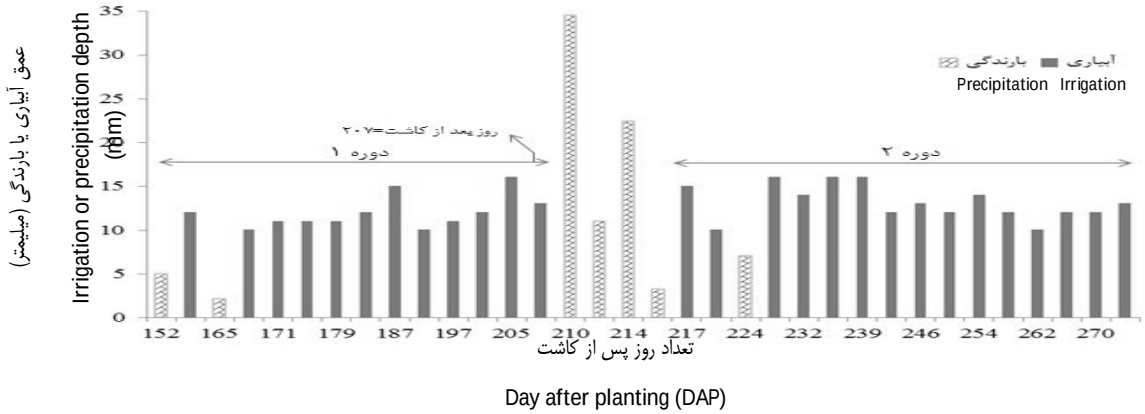
www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- خصوصیات خاک مزرعه

Table 1- The soil characteristics of farm

Soil Texture	Moisture (volumetric) at 0.3 bar	Moisture (volumetric) at 0.5 bar	pH	OM (%)	Organic Carbone (%)	Potassium (ppm)	Phosphorus (ppm)
Silty clay loam	35.0	33.1	7.1	2.8	1.6	395.0	417.5



شکل 1- عمق آب آبیاری و بارندگی طی فصل زراعی در تیمار آبیاری کامل

Figure 1- Irrigation and precipitation depth prior the growing season at FI treatment

صفات کمی شامل وزن تر، وزن خشک ، سطح برگ ، شاخص سطح و عملکرد میوه بود؛ صفات کیفی شامل قندکل، اسید قابل تیتر، آنتوسیانین، اسیدیته و طعم میوه (قند کل تقسیم بر اسید قابل تیتر) بود. کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد کل میوه تازه به کل حجم آب آبیاری داده شده به هر تیمار، بدست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون SNK[1] در سطح معنی‌داری 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مقادیر بارش و عمق آب آبیاری در تیمار آبیاری کامل، در دوره انجام پژوهش در شکل 1 نشان داده شده است. روی شکل دو دوره 1 و 2 مشخص می‌باشد. شروع فصل آبیاری تا برداشت محصول با دوره 1 و ادامه آبیاری برای جلوگیری از خشک شدن بوته‌ها و حفظ آن‌ها برای سال دوم تا شروع بارش‌های پاییزی با دوره 2 مشخص شده است. مقدار کل بارندگی در کل 2 دوره، 85 میلی‌متر بود. عمق آب دریافتی در تیمارهای آبیاری کامل، کم آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری ناقص ریشه در کل فصل آبیاری به ترتیب برابر با 341، 256 و 256 میلی‌متر بود.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای آبیاری بر صفات وزن تر، وزن خشک، سطح برگ، شاخص سطح برگ، قند کل و آنتوسیانین معنی‌دار و بر صفات اسید قابل تیتر، نسبت قند کل به اسید قابل تیتر و اسیدیته بی‌معنی بوده‌اند (جدول 2). مقایسه میانگین‌های صفات کمی میوه بر مبنای آزمون SNK در سطح معنی‌داری 5%، بیشتر بودن مقادیر در تیمار آبیاری کامل نسبت به تیمارهای کم‌آبیاری را نتیجه داد. کمتر بودن مشخصه سطح برگ در تیمارهای کم‌آبیاری را می‌توان به کاهش در میزان رشد برگ‌ها در نتیجه ارسال علائم (مانند آبسیک اسید) از ریشه به برگ‌هانسبت داد. در این مقایسه‌ها بین تیمارهای کم‌آبیاری در صفت‌های کمی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در مقایسه میانگین‌های صفات کیفی میوه، در صفات اسید قابل تیتر، اسیدیته و طعم میوه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری وجود نداشت. در صفت‌های قند کل و آنتوسیانین بین تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت؛ بیشترین مقادیر در این صفت‌ها مربوط به تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار آبیاری کامل بود (جدول 3). جین بوردونابا و تری (9) نیز بیشتر بودن مقدار قند در تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم شده و کم-آبیاری ناقص ریشه را گزارش کرده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط

1- Student – Newman - Keuls

www.SID.ir

Archive of SID

میلر و همکاران (12) روی کیوی، در تیمار تنش زود هنگام آب آبیاری یک افزایش موقت در کربوهیدرات‌های محلول برگ و میوه مشاهده شد. دوس‌سانتوس و همکاران (7)، با بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه روی انگور، افزایش در کیفیت میوه در مقایسه با آبیاری کامل را گزارش نموده‌اند. بررسی‌های طاهرخانی و گلچین (17) نیز معنی‌دار بودن اثر آبیاری ناقص ریشه را روی مواد جامد محلول نتیجه داده است.

جدول 2- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی در تیمارهای مختلف

Table 2- Analysis of variance of quantitative and qualitative traits of strawberry at different treatments

S.O.V.	df	Wet Weight (gr)	Dry Weight (gr)	Leaf Area (cm^2)	LAI (cm^2)	TSS	Titrable Acid	TSS/TA	Anthocyanins	Acidity
Treatment	2	609.26**	64.48**	312377.33**	0.8**	10.1**	0.01 ns	0.97 ns	5006.78**	0.08 ns
Replication	2	95*	10.18*	37108.33*	0.09*	ns 0.32	0.03 ns	0.25 ns	68.78 ns	0.27 ns
Error	4	13.22	1.06	4663.67	0.01	0.29	0.05	0.32	56.94	0.11

** معنی‌دار در احتمال سطح 1% * معنی‌دار در احتمال سطح 5% ns: غیر معنی‌دار.

** Significant at 1% probability level, * Significant at 5% probability level, ns: not significant.

جدول 3- مقایسه میانگین خصوصیات کمی و کیفی توت فرنگی با آزمون SNK

Table 3- the mean comparison of quantitative and qualitative traits of strawberry by SNK test

treatment	Wet Weight (gr)	Dry Weight (gr)	Leaf Area (cm^2)	LAI (cm^2)	TSS	Titrable Acid	Anthocyanins	Acidity	Fruit taste
FI	48.75a	15.21a	1100a	1.76a	12.1c	2.63a	101.3c	3.77a	4.6a
RDI75%	24.95b	7.44b	589b	0.94b	15.7a	2.77a	183.0a	4.10a	5.7a
PRD75%	23.26b	6.94b	504b	0.81b	14.4b	2.67a	144.3b	3.96a	5.4a

حروف یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین اعداد با احتمال $p < 5\%$ است.

Same letters at each coloumn are indicating not significant difference between numbers at probabolity p<5%.

جدول 4- میزان عملکرد محصول،آب مصرفی وکارایی مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف

Table 4- harvest productivity, used water and water use efficiency at different treatments

treatment	Productivity (Ton/ha)	Used water (mm)	(kg/m^3) Water use efficiency
FI	6.00a	341a	1.76a
RDI75%	3.15b	256b	1.23b
PRD75%	3.22b	256 b	1.26b

حروف یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین اعداد با احتمال $p < 5\%$ است.

Same letters at each coloumn are indicating not significant difference between numbers at probabolity p<5%.

در مقایسه بین مقادیر کارایی مصرف آب (WUE)[1]، عملکرد میوه و عمق آب مصرفی، بین تیمارهای کم‌آبیاری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت؛ در این مقایسه‌ها اختلاف‌های معنی‌دار بین تیمار آبیاری کامل با دو تیمار دیگر بود. در مورد عملکرد و کارایی مصرف آب بیشترین و کم‌ترین مقادیر به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و کم-آبیاری تنظیم شده بود (جدول 4). کاهش عملکرد در تیمارهای کم-آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل را می‌توان به کاهش تبخیرتعرق گیاه در نتیجه کمبود رطوبت خاک در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت داد. جین بوردونابا و تری (9) دلیل کاهش کارایی مصرف آب در تیمارهای کم آبیاری معمولی و کم آبیاری ناقص ریشه نسبت به تیمار آبیاری کامل را کاهش شدید عملکرد و حساسیت زیاد گیاه توت فرنگی به کم آبی گزارش کرده‌اند. در پژوهش انجام شده توسط کومار و دی (10) روی توت‌فرنگی نیز بیشترین کارایی مصرف آب در آبیاری کامل گزارش شده است. هم‌چنین نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش انجام شده توسط تروت و گارتونگ (18) در بررسی تیمارهای آبیاری در سطح‌های مختلف روی توت فرنگی رقم دیامونت[2] در کالیفرنیای مرکزی مطابقت داشت؛ در پژوهش موصوف تیمار آبیاری 125 درصد دارای بیشترین عملکرد و تیمار آبیاری 70 درصد دارای پایین‌ترین عملکرد بوده است. لیو و همکاران (11) نیز در تحقیق روی اثر تیمارهای آبیاری کامل، کم‌آبیاری تنظیم شده در سطح 60% و کم-آبیاری ناقص ریشه در سطح 60% روی توت فرنگی رقم هونیون[3] با

1 - Water Use Efficiency

2 - Diamonte

3 -Honeoye

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم آبیاری قطره‌ای نیز به نتایج مشابهی با این پژوهش رسیده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

مقایسه انجام شده برای صفات مختلف میوه بین تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد، بهترین نتایج کمی زمانی حاصل می‌شود که گیاه آب مورد نیاز خود را به طور کامل دریافت کند. مقایسه میانگین‌ها در مشخصه قند کل به وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها منتج شد. مقادیر بیشینه در این صفت در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده و مقادیر کمینه در تیمار آبیاری کامل بود. با توجه به این مطلب که شیرین بودن میوه توت‌فرنگی نقشی کلیدی در بازارپسندی محصول دارد، می‌توان با اعمال کم‌آبیاری، کیفیت میوه‌ها را بالا برده و بر بازارپسندی آن افزود. به طور کلی با در نظر گرفتن مشخصه‌های کمی و کیفی، روش کم‌آبیاری ناقص ریشه در سطح 75%، نزدیک‌ترین نتایج به تیمار آبیاری کامل را دارا بود. درصورتیکه با شرایط تنش آبی مواجه باشیم توصیه می‌شود که از این روش برای به حداقل رساندن تلفات کمی و افزایش کیفیت میوه‌ها استفاده شود.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بخاطر مالی از اجرای طرح تقدیر و تشکر می گردد.

منابع

1- Alizadeh A. 2004. Water, soil and plant relation. 3rd edition. Imam Reza University press. 615 pp. (in Persian)
2- Alizade A. and Kamalali Gh.A. 2007. The plants' water demand at Iran. Imam Reza University press. 228 pp. (in Persian)
3- Cui N., Du T., Kang S., Li F., Zhang J., Wang M. and Li Z. 2008. Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees, Agricultural water management, 95: 489-497.
4- Davies W.J., Wilkinson S. and Loveys B. 2002. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture, new phytologist, 153: 449-460.
5- Davies W.J. and Zhang J.H. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil, Annual review of plant physiology and plant molecular Biology, 42: 55-76.
6- De La Hera M., Romero P., Gomez-Plaza E. and Martinez A. 2007. Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? Agricultural water management, 87: 261-274.
7- Dos Santos T.P., Lopes C.M., Rodrigues M.L., De Souza C.R., Maroco J.P., Pereira J.S., Silva J.R. and Chaves M.M. 2003. Partial root zone drying. Effects on fruit growth and quality of field grown grapevines (*Vitisvinifera*), Functional Plant Biology, 30: 663–671.
8- Dry P. and Loveys B.R. 1998. Factors influencing grapevine and the potential for control with partial root zone drying, Australian Journal of grape and wine research, 4: 140-148.
9- Giné Bordonaba J. and Terry L.A. 2010. Manipulating the taste-related composition of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation, Food Chemistry, 122: 1020-1026.
10-Kumar S. and Dey P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry, Scientia horticulturae, 127: 318-324.
11-Liu F., Savić S., Jensen C.R., Shahnazari A., Jacobsen S.E., Stikić R. and Andersen M.N. 2007. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation, Scientia horticulturae, 111: 128-132.
12-Miller S.A. Smith G.S. Boldingh H.L. and Johansson A. 1998. Effects of water stress on fruit quality attributes of kiwifruit, Annals of botany, 81: 73-81.
13-Rolbiecki S., Rolbiecki R., Rzekanowski C. and Derkacz M. 2001. Effect of different irrigation regimes on growth and yield of'elsanta'strawberries planted on loose sandy soil. International Symposium on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees, 646. Pp, 163-166.
14-Schachtman D.P. and Goodger J.Q. 2008. Chemical root to shoot signaling under drought, Trends in plant science, 13: 281-287.
15-Shahnazari A., Liu F., Andersen M.N., Jacobsen S.E. and Jensen C.R. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions, Field crops research, 100: 117-124.
16-Shao G.C., Zhang Z.Y., Liu N., Yu S.E. and Xing W.G. 2008. Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper, Scientia horticulturae, 119: 11-16.
17-Taherkhani A. and Golchin A. 2009. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying; technical methods for vineyard's irrigation management. The 1st national conference of water crisis at agriculture and natural resources. 05th November 2009. Azad University of Shahr e Rey branch, Tehran, Iran. (in Persian)
18-Trout T.J. and Gartung J. 2003. Irrigation water requirements of strawberries. IV International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 664. Pp, 665-671.

www.SID.ir

Archive of SID

19-Wang H., Liu F., Andersen M.N. and Jensen C.R. 2009. Comparative effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on nitrogen uptake in potatoes (*Solanum tuberosum* L.), Irrigation Science, 27: 443-448.
20-Xu H., Qin F., Wang F., Xu Q., Wang R., Shah S., Zhao A. and Li F. 2009. Applications of xerophytophysiology in plant production-Partial root drying improves tomato crops, Journal of Food, Agriculture and Environment, 7: 981-988.
21-Yazar A., Gökçel F. and Sezen M. 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system, Plant Soil Environment, 55: 494-503.
22-Zegbe J., Behboudian M. and Clothier B. 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes, Agricultural water management, 68: 195-206.
23-Zegbe J., Behboudian M. and Clothier B. 2006. Responses of 'Petopride'processing tomato to partial rootzone drying at different phenological stages, Irrigation Science, 24: 203-210.
24-Zegbe Domınguez J., Behboudian M., Lang A. and Clothier B. 2003. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in 'Petopride'processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), Scientia horticulturae, 98: 505-510.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 4, Sept.-Oct. 2015, p. 820-827

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 4، مهر – آبان 1394، ص. 827-820

Effect of Regulated Deficit Irrigation (RDI) and Partial Root zone Drying (PRD) on Quantitative and Qualitative Traits of Strawberry

A. Shahnazari[1*] – M. Rezaiyan[2]

Received: 17-07-2013
Accepted: 03-05-2015

Introduction: Deficit irrigation (DI) is a suitable solution to gain acceptable and economic performance by using minimum amount of water. The partial root zone drying (PRD) method introduced in Australia for the first time and its goal was controlling the vine's excessive growth. This goal gained by alternative drying the rootzone. Basically the theory of PRD method, is expanding the plant's roots by applying alternative stress on different sides of the roots. So the plants with PRD irrigation method can have different root system in comparison with other irrigation methods. At this method the plant's condition would be OK by uptaking water from wet side, and the roots at the dry side can release abscisic acid hormone which decrease the stomatal conductance and consequently the water use efficiency would be increase.There had been studies on the effect of water tension on strawberry. The previous studies on strawberry indicated that the water stress can increase the plant's brix concentration and some of plant acids.The awareness of the impact of water deficit stress on strawberry plant quantity and quality is essential for irrigation and product management, and at the current study, effect of different deficit irrigation methods on quantitative and qualitative traits of strawberry have been evaluated. The focus at the current study was on the qualitative traits.

Materials and Methods: The present study was conducted in one of strawberry farms of Babolsar city in 2012 to evaluate the effects of deficit irrigation and partial root zone drying on quantitative and qualitative traits of strawberry plants. Three Irrigation treatments were studied: Full Irrigation (FI), Regulated Deficit Irrigation ($RDI_{75\%}$) at 75% level of plants water requirementand Partial Root zone Drying ($PRD_{75\%}$) at 75% level of plants water requirement. The study was conducted in a randomized complete block design with three replications. Irrigation was continued until the soil moisture reached to field capacity. The field capacity point's moisture was measured by using pressure plate equipment. By having the soil moisture curve and measuring the soil suction with tensiometer, the soil moisture situation determined. According to the point that the strawberry's root is about 25 centimeters (cm), the tensiometers were installed at 2 depths next to the plant. The 1st depth was 8 cm and the 2nd one was 23 cm. The distance between tensiometers and the plant were 4 cm. 2 stochastic replication at the field were considered for the tensiometers positions. In order to deliver precise amount of water to irrigation treatments, the volume counters had been used. The water was applying by using drip tapes. The flow from the emitters on the drip tapes was 2.9 liters per hour. The harvest time was from May 5th to June 20th. To measure the performance, each shrub's strawberries were weighted separately.Depth of irrigation water during the whole irrigation season for full and deficit irrigation treatments were 341 and 256 mm, respectively. Evaluating the effect of treatments was conducted by measuring the quantitative and qualitative traits of fruits at harvesting time.For analyzing the data, the SAS software and to plot the graphs, the Excel software were used. The SNK test (5% level) was used to comprise the treatments' traits.

Results and Discussion: Quantitative traits consisted of fresh weight, dry weight, leaf area, leaf area index and yield in FI was higher significantly than deficit irrigation treatments. In comparison with the qualitative traits consisted of titratable acid, acidity and flavor of the fruit there was no significant difference between treatments. The leaf area index (LAI) at RDI and PRD were lower than the FI. Its reason could be the growth' reducing as a result of abscisic acid (ABA) hormone's release in the roots which can control the growth. The amount of total sugar (brix) and anthocyanin in RDI were significantly higher than the other two treatments.

Conclusion: The comparison between irrigation treatments indicated that the best quantitative results were at FI treatment. By considering the quantitative and qualitative traits, PRD had the nearest results to FI. At the

1- Associate Professor of Irrigation Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU)
(*- Corresponding Author Email: aliponh@yahoo.com)
2- M. Sc. of Irrigation and Drainage Department, Tarbiat Modares University

www.SID.ir

Archive of SID

water stress conditions, applying PRD method at 75% level would be a good management technic to have better performance and increasing the fruit quality. In Mazandaran Province condition, using this method would be a good way to minimize the quantitative losses and increasing the quality of fruits at stress condition.

Keywords: Providence, Water Deficit, Plant, Yield

www.SID.ir