

اثر کم آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه بر عملکرد کمی و کیفی میوه پرتقال

فاطمه سادات میری^۱ - علی شاهنظری^{۲*} - میرخالق ضیاء تبار احمدی^۳ - حسینعلی زبردست رستمی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲

چکیده

آگاهی از میزان تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد کمی و کیفی پرتقال، برای مدیریت محصول در شرایط کم آبی، ضروری می باشد. در این راستا پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار در شهرستان بابل اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل، کم آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد آبیاری کامل بودند. رطوبت ناحیه توسعه ریشه به وسیله رطوبت سنخ های TDR قرائت شد. میزان آب آبیاری از اختلاف رطوبت خاک قبل از آبیاری و رطوبت نقطه ظرفیت زراعی تعیین شد. بررسی عملکرد میوه با اندازه گیری صفات کمی و کیفی میوه ها شامل حجم، ابعاد میوه، وزن تازه و خشک، رطوبت، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول انجام شد. عمق آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل برابر ۲۴۲/۹۴ میلی متر و صرفه جویی آب در تیمارهای کم آبیاری ۷۵٪ و ۵۵٪ نسبت به آبیاری کامل به ترتیب برابر ۱۷/۴۴٪ و ۳۱/۳۹٪ بود. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. نتایج نشان داد اختلاف بین مشخصه های ابعاد، وزن تازه و خشک، رطوبت و حجم میوه بین تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه معنی دار نبوده است. مقایسه مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در مرحله رسیدگی میوه، در تیمارهای کم آبیاری، افزایش معنی داری در مقایسه با آبیاری کامل نشان دادند. نتایج نشان داد، اعمال تیمارهای کم آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه باعث افزایش معنی داری در کیفیت میوه نسبت به تیمار آبیاری کامل می شود. به منظور صرفه جویی در آب آبیاری و افزایش کیفیت محصول، استفاده از تیمارهای کم آبیاری در سطح ۷۵٪ توصیه می شود.

واژه های کلیدی: آبیاری ناقص ریشه، پرتقال، کم آبیاری تنظیم شده، مواد جامد محلول

مقدمه

ساقه درخت انگور بوده است (۱۴). مبنای این روش، آبیاری متناوب نیمی از ریشه و خشک نگه داشتن نیمه دیگر می باشد (۲۱). در این روش بخشی از ریشه که در خاک خشک قرار گرفته، با عکس العمل نسبت به خشکی و فرستادن علائمی از ریشه به روزه ها، میزان بازشدگی روزه را تحت تاثیر قرار داده که خود باعث کاهش میزان تلفات آب می شود (۱۲). از جمله نتایج اعمال آبیاری ناقص ریشه می توان به افزایش غلظت شیره آوندی و کاهش هدایت روزه های، افزایش کارایی مصرف آب (۱۵) و عدم کاهش در کمیت و کیفیت محصول (۱۷) اشاره نمود. تاثیر کم آبیاری در بهبود کیفیت میوه با افزایش در میزان قند، به اثبات رسیده است (۱۳، ۱۶، ۱۸ و ۲۴). محمولید آل رومان و همکاران (۲۵)، در بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر روی کمیت و کیفیت میوه پرتقال ناول، افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون با کاهش سطح آبیاری، کاهش حجم میوه در فواصل مختلف برداشت تا دوره رسیدگی کامل را اعلام و به منظور افزایش بهره وری مصرف آب به همراه حفظ کیفیت و کمیت میوه، اجرای آبیاری ۷۵ درصد به جای آبیاری کامل توصیه کردند. پرز و همکاران (۲۰)، با مطالعه کم آبی روی پرتقال

اقلیم ایران خشک بوده و نوسانات شدید بارندگی در مقیاس های روزانه، فصلی و سالانه موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی می شود (۳). در ایران بهره وری آب پایین است، بنابراین موضوع حفاظت و استفاده بهینه از آب و اعمال روش های نوین آبیاری امری ضروری به نظر می رسد (۴). کم آبیاری تنظیم شده (RDI^۵) و آبیاری ناقص ریشه (PRD^۶)، دو نمونه از تکنیک های توسعه یافته در شرایط کمبود آب در سال های اخیر است (۸). روش آبیاری ناقص ریشه برای اولین بار در کشور استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن در شروع کار، کنترل رشد اضافی

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*- نویسنده مسئول: (Email: aliponh@yahoo.com)

۴- کارشناس ارشد آبخیزداری، شرکت آب منطقه ای مازندران

5- Regulated deficit irrigation

6- Partial root zone drying

از اعماق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۹۰-۱۲۰ و ۹۰ سانتی متر تعیین شد (جدول ۱). بافت خاک به روش هیدرومتری و نقاط پتانسیلی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم نمونه‌ها به وسیله دستگاه صفحات فشاری مشخص شد. بافت خاک منطقه لومی رسی می‌باشد.

سیستم آبیاری مورد استفاده از نوع قطره‌ای و تعداد قطره-چکان‌های اختصاص داده شده به هر درخت در تیمار آبیاری کامل ۱۰ عدد با دبی ۴ لیتر در ساعت بود. تخصیص حجم آب به تیمارهای مختلف آبیاری با تغییر در تعداد قطره‌چکان‌ها نسبت به تیمار آبیاری کامل صورت گرفت. دور آبیاری برای تمامی تیمارها ۳ روز در نظر گرفته شد. در تیمار آبیاری ناقص ریشه جهت اطمینان از خشک بودن نیمی از ریشه به هنگام آبیاری نیمه دیگر، از آرایش دو طرفه استفاده شد که آب به صورت تناوبی در هر ۱۰ روز، تنها در یکی از لوله‌ها جریان داشت. انتقال جریان از یک لوله به لوله دیگر توسط شیرهایی که در نقاط مناسب خط لوله تعبیه شده‌اند صورت می‌گرفت. رطوبت در ناحیه توسعه ریشه با نصب رطوبت‌سنج‌های TDR^۲ انجام شد. برای نصب رطوبت‌سنج‌ها، در پای دو درخت در سه نقطه به فاصله افقی ۶۰ سانتی متر از یکدیگر چاهک‌هایی به عمق تقریبی ۱۵۰ سانتی-متر حفر و رطوبت‌سنج‌ها به صورت افقی، در عمق‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ سانتی متر نصب شدند (شکل ۱). قرائت رطوبت‌سنج‌ها قبل و بعد از هر نوبت آبیاری انجام می‌گرفت. میزان نیاز آبی با تعیین رطوبت خاک قبل از آبیاری و با استفاده از رابطه ذیل انجام شد.

$$ET = \sum_{i=1}^n (\theta_{ET} - \theta_{FC}) \times Z_i \quad (1)$$

در این رابطه، (θ_{ET}) رطوبت لایه نام خاک قبل از آبیاری، (θ_{FC}) ظرفیت زراعی، (Z_i) عمق لایه نام خاک می‌باشد.

با توجه به حساس بودن مرکبات به تنش رطوبتی در دوره گلدهی و مراحل رشد اولیه میوه (۱۶، ۱۹ و ۲۰)، دوره اعمال تیمارهای آبیاری از تیرماه شروع و تا دهه اول مهرماه ادامه داشت. بعد از پایان دوره اعمال تیمارهای آبیاری تا مرحله رسیدگی میوه، نمونه‌برداری از درختان، طی ۵ مرحله با فاصله زمانی سه هفته انجام شد. از روش غوطه‌وری در آب به منظور تعیین حجم نمونه‌های میوه استفاده شد. طول و عرض میوه با استفاده از کولیس دیجیتال و وزن تر و خشک میوه توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. درصد رطوبت میوه‌ها با قرار دادن میوه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و توزین مجدد نمونه بدست آمد. میزان مواد جامد محلول با قرار دادن دو قطره از آب میوه در عدسی دستگاه رفاکتومتر، و مقدار اسید غالب میوه، به روش تیتراسیون یکدهم نرمال با معرف فنل-فتالئین تعیین شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ به وسیله نرم افزار SPSS انجام شد.

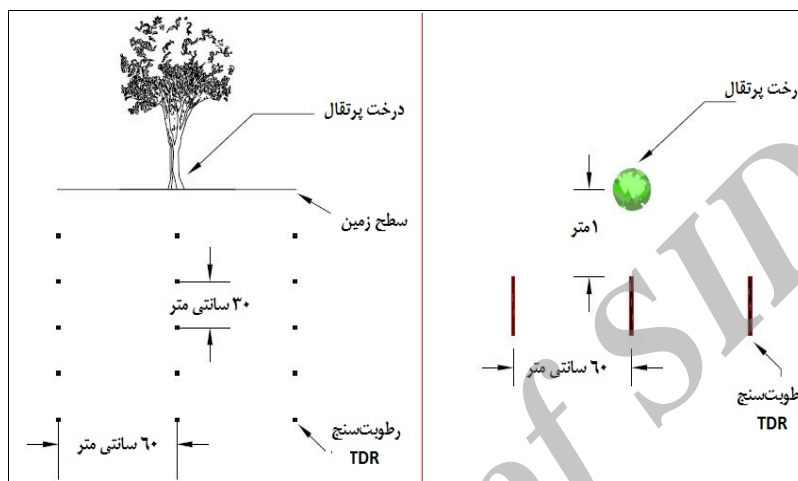
والنسیا گزارش نمودند که کم آبیاری عملکرد پرتقال را با کاهش تعداد میوه کم و تنش خشکی در مرحله آخر رشد میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته را افزایش می‌دهد. همچنین ایوان گارسیا (۱۸)، در بررسی اثر دراز مدت کم آبیاری بر روی باغات ۱۳ ساله پرتقال اعلام کرد، کم-آبیاری باعث کاهش قابل توجهی در وزن میوه و افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته می‌شود. شاه‌نظری و همکاران (۲۲) بعد از بررسی تاثیر آبیاری ناقص ریشه روی گیاه سیب‌زمینی بیشتر بودن کیفیت محصول تولیدی در آبیاری ناقص ریشه (در آخرین برداشت) نسبت به مقادیر متناظر آن در آبیاری کامل^۱ (FI) را اعلام کرده‌اند. در ارتباط با تاثیر زمان اعمال تنش آبی بر کیفیت میوه‌ی انگور، دولتی بانه و نوجو (۵) تاثیرگذاری بیشتر کم آبیاری با افزایش در محتویات قندی و اسیدی، در مراحل انتهایی دوره رشد میوه را گزارش کرده‌اند. بر خلاف همه تلاش‌هایی که تاکنون صورت گرفته است، به دلیل پیچیدگی رابطه آب، خاک، گیاه و گسترده بودن عرصه تولید محصولات کشاورزی، انجام تحقیقاتی از این قبیل ضروری می‌باشد. از طرفی پژوهش‌های صورت گرفته روی کم آبیاری محصولات باغی در ایران، اندک می‌باشد که از جمله می‌توان به مطالعات صورت گرفته روی انگور (۵)، هلو (۹)، بادام (۱۰)، زیتون (۱) و زردآلو (۶) اشاره نمود. تولید محصولات باغی در مناطق مستعد، یکی از منابع مهم تولید ثروت، مبادلات تجاری و اشتغال به کار ساکنین مناطق روستایی و شهری به‌شمار می‌رود. استان مازندران با ۳۴/۶ درصد از اراضی بارور مرکبات کشور، بیشترین سطح را دارا است (۲). اهمیت مرکبات به-خصوص محصول پرتقال در استان‌های شمالی و همچنین محدودیت منابع آبی کشور و کمبود میزان بارندگی در دوره حداکثر نیاز آبی محصول، لزوم اعمال برنامه‌ریزی دقیق برای استفاده بهینه از منابع آب را ایجاب می‌کند. لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر کم آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه بر کیمیت و کیفیت پرتقال تامسون به اجرا در آمده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ در شهرستان بابل به طول و عرض جغرافیایی ۳۶/۳۷ درجه شمالی و ۵۲/۴۸ درجه شرقی انجام شد. رقم مورد مطالعه در این طرح تامسون ناول است که بر روی پایه نارنج با نام علمی *Citrus aurantium* L. پیوند زده شده است. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تیمار و ۵ تکرار اعمال شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری به اندازه نیاز آبی کامل گیاه (FI)، آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۵۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی (PRD_{75%}, PRD_{55%}) و کم آبیاری تنظیم شده در دو سطح ۵۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی (RDI_{75%}, RDI_{55%}) بودند. خصوصیات خاک مزرعه، با نمونه‌برداری

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

PH	EC×10 (ds/m)	نقطه پژمردگی دائم (درصد)	ظرفیت مزرعه (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	عمق نمونه برداری (سانتیمتر)
۷/۶۷	۲/۸	۲۰/۳۰	۳۷/۷۵	۱/۲۳	۰-۳۰
۷/۵۸	۲/۴	۲۰/۳۵	۳۷/۹۴	۱/۳۱	۳۰-۶۰
۷/۷	۲/۲	۲۳/۵۱	۳۵/۷	۱/۴۷	۶۰-۹۰
۷/۷۷	۲/۲	۱۹/۳۰	۳۷/۰۴	۱/۴۵	۹۰-۱۲۰

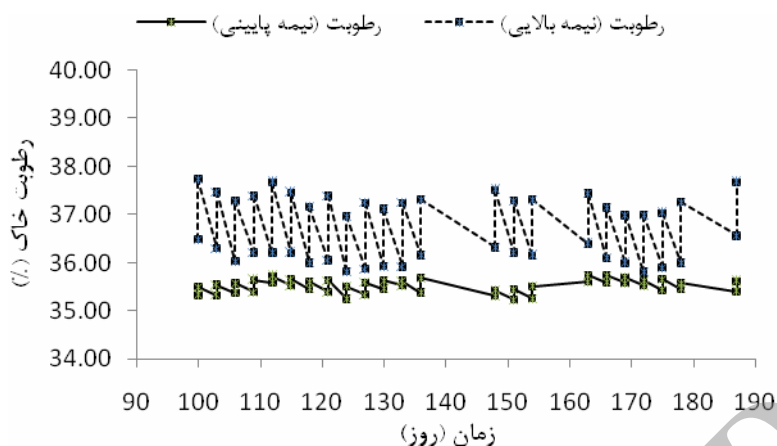


شکل ۱- نمایی از چگونگی جانمایی رطوبت‌سنج‌های TDR در پلان و مقطع عرضی

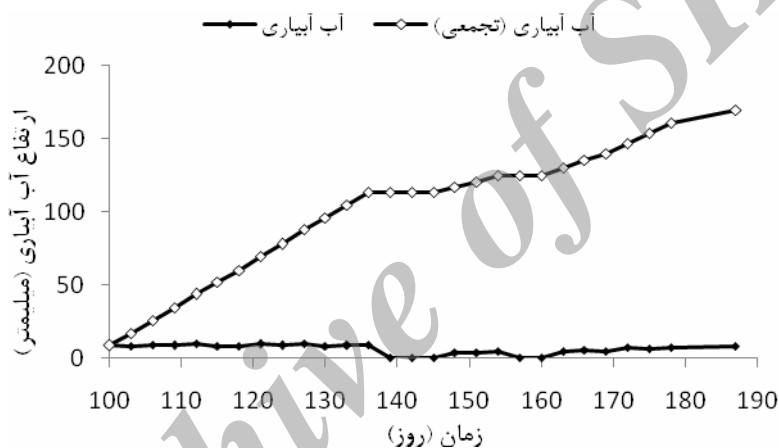
نتایج و بحث

و ۱۶۶/۶۹ میلی‌متر بود. اعمال تیمارهای PRD₇₅ و DI₇₅ در طول دوره رویش و در دوره اعمال تیمارهای کم‌آبیاری به ترتیب ۱۷/۴۴ و ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب را در مقایسه با تیمار آبیاری کامل نتیجه داد. در عین حال اعمال تیمارهای PRD₅₅ و DI₅₅ منتج به ۴۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در طول دوره اعمال تیمار و ۳۱/۳۹ درصد در طول دوره رشد نسبت به تیمار آبیاری کامل شد. همچنین پس از بررسی و ارزیابی داده‌های رطوبتی، مقدار تبخیر تفرق روزانه در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به ترتیب برابر ۵۲/۲ و ۴۹/۱ میلی‌متر حاصل شد که در مقایسه با مقادیر ارائه شده در طرح بهینه سازی الگوی مصرف آب (برای ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به ترتیب برابر ۹۰، ۸۴ و ۵۵ میلی‌متر) کمتر می‌باشد؛ در نتیجه با استفاده از نتایج این طرح می‌توان از در اختیار قرار دادن آب بیشتر از مقدار نیاز آبی به گیاه و اتلاف آن جلوگیری کرد. تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تیمارهای آبیاری اعمال شده در همه مراحل نمونه‌برداری تاثیر معنی‌دار بر حجم، ابعاد و وزن تازه میوه داشت. میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، رطوبت و وزن خشک نیز به طور مشخص در مرحله رسیدگی میوه در سطح ۵٪ معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای FI و PRD در هر دو سطح آبیاری، اختلاف بین مشخصه‌های ابعاد، وزن تازه و خشک، رطوبت و حجم میوه را بی‌معنی نشان داد (جدول ۳).

تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمار آبیاری کامل در عمق‌های ۰-۶۰ و ۶۰-۱۲۰ سانتی‌متر، بر اساس داده‌های قرائت شده توسط رطوبت‌سنج‌های TDR در شکل ۲ نشان داده شده است. با بررسی چگونگی نوسانات رطوبت در عمق‌های مختلف خاک این نتیجه حاصل می‌شود که بخش اعظم تغییرات در لایه‌های فوقانی خاک رخ داده و با پیشروی به سمت اعماق پایین، تغییرات کمتری به ویژه بلافاصله بعد از آبیاری صورت گرفته است. این مسأله به این دلیل است که، خاک منطقه مورد مطالعاتی به سمت بافت‌های سنگین (لومی رسی) میل می‌کند. علاوه نوع آبیاری در این تحقیق آبیاری قطره‌ای بوده که خود موجب نفوذ کمتری به اعماق پایین‌تر می‌شود. همچنین آبیاری درختان در هنگام صبح، این فرصت را در اختیار ریشه قرار می‌دهد که تا در مواقع اوج مصرف، آب مورد نیاز خود را تامین نموده و از نفوذ بیشتر آب به لایه‌های پایین‌تر بکاهد. شکل ۳ میزان عمق آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل را به صورت تجمعی در طول دوره اعمال تیمار نشان می‌دهد. عمق آب آبیاری طی دوره اعمال تیمارهای آبیاری برای تیمار آبیاری کامل ۱۶۹/۴۴ میلی‌متر و در تیمارهای کم‌آبیاری در سطح ۷۵ و ۵۵ درصد به ترتیب برابر با ۱۲۷/۰۸ میلی‌متر و ۹۳/۱۹ میلی‌متر بود. مقدار آب آبیاری طی دوره رشد میوه برای آبیاری کامل ۲۴۲/۹۴ میلی‌متر و برای تیمارهای کم‌آبیاری در دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد به ترتیب برابر با ۲۰۰/۵۸ میلی‌متر



شکل ۲- تغییرات درصد رطوبت خاک در عمق‌های ۶۰-۰ و ۱۲۰-۶۰ در تیمار آبیاری کامل



شکل ۳- میزان آب آبیاری در تیمار آبیاری کامل به صورت تجمعی در طول دوره اعمال تیمار

۷۵ درصد (۵۸/۶ گرم) و کم آبیاری تنظیم شده ۵۵ درصد (۴۶/۸ گرم) بود. افزایش ماده خشک در تیمارهای کم آبیاری نسبت به شاهد به افزایش میزان گوشتی شدن میوه طی اعمال تنش دلالت دارد. بیرهنو و همکاران (۱۱)، ایوان گارسیا (۱۸) و اسپریر و همکاران (۲۳) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه رسیدند. با بررسی مقادیر درصد رطوبت میوه مشخص شد که اختلاف بین تیمار آبیاری کامل با بقیه تیمارها در دو مرحله آخر نمونه برداری در سطح ۵٪ معنی دار است. در تمامی مراحل نمونه برداری بیشترین درصد رطوبت میوه، مربوط به تیمار FI و کمترین آن مربوط به تیمار DI_{55%} بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای میزان مواد جامد محلول معنی داری تأثیر اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله‌های چهارم و پنجم نمونه‌گیری را نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد با کاهش میزان آب آبیاری، مقدار مواد جامد محلول در میوه افزایش می‌یابد؛ لذا برخلاف افزایش میزان مواد جامد محلول در طول دوره نمونه برداری در تیمارهای کم آبیاری نسبت به

بین کم آبیاری تنظیم شده در هر دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد با تیمار آبیاری کامل در تمامی مراحل اختلاف معنی داری وجود داشت و تنش کم آبی موجب کاهش وزن و کوچکتر شدن میوه شد. از دلایل کاهش وزن میوه می‌توان کاهش فتوسنتز و کاهش حجم سلول‌ها تحت شرایط کم آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل را ذکر کرد. به صورتی که کمبود آب و خشکی موجب کاهش فعالیت بیوشیمیایی فتوسنتز درخت شده و با در اختیار قرار گرفتن مقدار کربوهیدرات کمتر در اختیار میوه، حتی می‌تواند رشد میوه را متوقف نماید. در مطالعات صورت گرفته توسط تریبی و همکاران (۲۴) علت کاهش وزن میوه در شرایط تنش، کاهش حجم سلول‌های میوه و مقدار مواد فتوسنتزی در مقایسه با آبیاری کامل تشخیص داده شده است. در بررسی وزن خشک میوه مشخص شد که بین تیمار FI و PRD_{75%} فقط در مرحله رسیدگی میوه اختلاف معنی دار وجود داشت. بیشترین و کمترین وزن خشک میوه در زمان برداشت، به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری ناقص ریشه

است. ایوان گارسیا و همکاران (۱۸)، دلیل تجمع مواد جامد محلول در سلول و کاهش میزان آب ذخیره شده در میوه را، افزایش تولید هورمون اسیدآسیک و غلبه بر کاهش پتانسیل اسمزی، در شرایط خشکی دانستند.

بررسی نهایی شاخص‌های کمی و کیفی (وزن تازه، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه) در تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه در دو مرحله آخر نمونه‌برداری و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین این دو مرحله نشان می‌دهد که استفاده از روش کم‌آبیاری در برداشت سریع‌تر میوه و فرستادن زودتر آن به بازار مفید می‌باشد. این کار علاوه بر سود اقتصادی بیشتر، از کاهش کیفیت میوه در اثر بارندگی‌ها و سرمای زودرس در اواخر پاییز جلوگیری می‌کند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج حاکی از آن است که اعمال تیمارهای کم-آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه علاوه بر صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی، باعث افزایش معنی‌داری در کیفیت میوه نسبت به تیمار آبیاری کامل می‌شود. بنابراین در راستای استفاده بهینه از منابع آب، افزایش کارایی مصرف آب و بهبود کیفیت محصول، استفاده از روش آبیاری ناقص ریشه و کم‌آبیاری معمولی ۷۵ درصد برای میوه پرتقال توصیه می‌شود.

آبیاری کامل، فقط در دو مرحله چهارم و پنجم نمونه‌برداری میوه این تفاوت بین آبیاری ناقص ریشه ۷۵ درصد و شاهد معنی‌دار شد. متوسط بیشترین مقدار مواد جامد محلول ۱۰/۵۸ درصد و مربوط به آبیاری ناقص ریشه (سطح ۷۵ درصد) می‌باشد. به‌طور کلی آبیاری سبب کاهش مواد جامد محلول و افزایش رشد رویشی و عملکرد مرکبات می‌شود (۱۳). تحقیقات محمد ولیدال روسان و همکاران (۲۵)، گینستارو کاستل (۱۶)، پرز و همکاران (۲۰) بر روی مرکبات نشان داد که با افزایش مقدار آبیاری، اندازه و وزن میوه افزایش و مواد جامد محلول و اسیدیته کاهش می‌یابد. نتایج تجزیه واریانس اعمال تیمارهای آبیاری بر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه به جز مرحله اول در بقیه مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار بود. اعمال تیمار آبیاری ناقص ریشه (در سطح ۷۵ درصد) در مقایسه با آبیاری کامل در تمامی مراحل به جز مرحله اول موجب افزایش معنی‌دار در صفت اسیدیته آب میوه شد. بیش‌ترین مقدار اسیدیته به جز در مرحله اول نمونه‌برداری که میوه کاملاً نارس بوده، در بقیه مراحل در تیمار آبیاری ناقص ریشه مشاهده شد. همچنین این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش‌های ایوان گارسیا (۱۸)، محمد ولید آل روسان و همکاران (۲۵)، سپاسخواه و کاشفی‌پور (۷)، هم‌خوانی دارد. دولتی‌بانه و نوری (۵) در نتایج تحقیقات خود اعلام کردند، که اثرات کم‌آبیاری روی کیفیت میوه‌ها بستگی به تراکم و طول مدت دور تنش آبی دارد. کم-آبیاری بیشتر در مراحل انتهایی دوره رشد میوه و شروع رسیدگی میوه‌ها از طریق افزایش در محتویات قندی و اسیدی میوه تاثیرگذار

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف پرتقال در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف از نمونه‌گیری

مرحله نمونه- برداری	منبع تغییرات	درجه آزادی	عرض (میلیمتر)	طول (میلیمتر)	حجم (میلیمتر مکعب)	وزن تازه (گرم)	وزن خشک (گرم)	رطوبت (%)	میزان مواد جامد محلول (%)	اسید غالب (%)
مرحله اول	تیمار	۴	۷۴/۱۷*	۱۳۶/۹۴**	۵۲۹۲/۷۴**	۳۴۷۶/۵۴**	۵۵/۶۴**	۲/۹۸ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
۱۳۹۰/۷/۱۱	خطا	۲۰	۱۷/۳۰	۲۴/۸۴	۸۰۰/۹۲	۳۷۴/۷۶	۱۲/۱۲	۲/۵۳	۰/۳۶	۰/۱۲
مرحله دوم	تیمار	۴	۳۴/۶۶*	۷۴/۰۱**	۲۷۰۸/۸۴**	۴۲۰۴/۶۶**	۵۱/۸۱ ^{ns}	۴/۷۹ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۲۴*
۱۳۹۰/۸/۲	خطا	۲۰	۹/۵۴	۱۴/۱۰	۵۸۹/۱۵	۶۶۵/۲۲	۲۶/۲۲	۴/۵۷	۰/۲۶	۰/۰۶
مرحله سوم	تیمار	۴	۱۱۷/۸۹**	۱۰۶/۷۲**	۹۰۹۵/۰۰**	۷۶۲۴/۹۴**	۱۴۷/۲۷*	۲/۸۷ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}	۰/۲۵**
۱۳۹۰/۸/۲۸	خطا	۲۰	۱۴/۲۷	۱۳/۱۹	۷۸۳/۵۰	۳۵۴/۰۶	۳۶/۰۸	۳/۱۵	۰/۳۰	۰/۰۳
مرحله چهارم	تیمار	۴	۹۸/۵۹**	۱۰۵/۷۰**	۱۲۱۰۶/۵۰**	۷۷۳۳/۵۴**	۹۱/۰۷ ^{ns}	۱۸/۲۶ ^{ns}	۰/۶۴**	۰/۲۳**
۱۳۹۰/۹/۱۸	خطا	۲۰	۱۶/۱۰	۱۳/۹۳	۸۱۹/۵۰	۶۵۸/۷۲	۴۴/۵۸	۷/۸۹	۰/۱۱	۰/۰۳
مرحله پنجم	تیمار	۴	۹۳/۸۵**	۱۲۳/۲۳**	۹۷۱۶/۵۰**	۸۱۲۷/۵۴**	۱۴۱/۷۰*	۱۵/۲۷*	۱/۰۳*	۰/۲۵**
۱۳۹۰/۱۰/۱۱	خطا	۲۰	۱۶/۱۳	۱۸/۲۰	۷۹۵/۰۰	۱۹۴/۹۸	۴۷/۹۶	۵/۰۳	۰/۲۶	۰/۰۲

**- معنی‌دار در احتمال سطح ۱٪، * - معنی‌دار در احتمال سطح ۵٪، ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات کمی و کیفی میوه در تیمارهای مورد آزمایش*

مرحله نمونه برداری	تیمار	عرض (میلیمتر)	طول (میلیمتر)	حجم (میلیمتر مکعب)	وزن تازه (گرم)	وزن خشک (گرم)	رطوبت (%)	میزان مواد جامد محلول (%)	اسید غالب (%)
مرحله اول ۱۳۹۰/۷/۱۱	FI	۷۳/۶۱ ^a	۷۵/۳۸ ^a	۲۲۱/۲ ^a	۱۹۵/۸ ^a	۳۰/۱۳ ^a	۸۴/۶۱ ^a	۸/۹ ^a	۱/۹۳ ^a
	PRD _{75%}	۷۲/۴۶ ^{ab}	۷۲/۳۲ ^a	۱۹۹ ^{ab}	۱۸۴ ^{ab}	۲۸/۴۲ ^a	۸۴/۴۲ ^a	۸/۸۴ ^a	۱/۸۱ ^a
	DI _{75%}	۷۲/۷۵ ^{ab}	۶۹/۱۶ ^{ab}	۱۹۷ ^{ab}	۱۶۲ ^{bc}	۲۷/۲ ^{bc}	۸۳/۱۹ ^a	۸/۵۸ ^a	۱/۸۷ ^a
	PRD _{55%}	۶۷/۳۲ ^{bc}	۶۴/۸۲ ^b	۱۶۲/۸ ^{bc}	۱۴۸/۶ ^{cd}	۲۳/۲۷ ^{ab}	۸۴/۲۱ ^a	۸/۶۶ ^a	۱/۷۸ ^a
	DI _{55%}	۶۴/۹۲ ^c	۶۲/۶۴ ^b	۱۳۹/۲ ^c	۱۳۰/۴ ^d	۲۲/۴۱ ^c	۸۲/۸۹ ^a	۸/۵۸ ^a	۱/۶۹ ^a
مرحله دوم ۱۳۹۰/۸/۲	FI	۸۰/۹۴ ^{ab}	۸۱/۱۳ ^a	۲۸۳/۸ ^{ab}	۲۷۲/۶ ^a	۳۸/۷۴ ^a	۸۵/۷۸ ^a	۸/۹۴ ^a	۱/۲۷ ^b
	PRD _{75%}	۸۲/۶۱ ^a	۸۱/۷۷ ^a	۲۹۸ ^a	۲۶۴/۶ ^{ab}	۳۸/۵۷ ^a	۸۵/۳۱ ^a	۹/۱۶ ^a	۱/۸ ^a
	DI _{75%}	۷۷/۶۹ ^{bc}	۷۷/۲۰ ^{ab}	۲۵۶ ^{bc}	۲۲۶ ^c	۳۳/۳۱ ^a	۸۵/۲۵ ^a	۸/۹۸ ^a	۱/۴ ^b
	PRD _{55%}	۷۹/۵۹ ^{abc}	۷۶/۸۶ ^{ab}	۲۷۰/۵ ^{abc}	۲۳۶/۸ ^{bc}	۳۸/۴۵ ^a	۸۳/۸۲ ^a	۹/۱۴ ^a	۱/۶۱ ^{ab}
	DI _{55%}	۷۵/۹۲ ^c	۷۲/۲۲ ^b	۲۳۸/۴ ^c	۲۰۱/۴ ^c	۳۲/۲ ^a	۸۳/۶ ^a	۸/۹۴ ^a	۱/۳۳ ^b
مرحله سوم ۱۳۹۰/۸/۲۸	FI	۹۲/۵۹ ^a	۸۶/۶۱ ^a	۳۸۶ ^a	۳۳۹/۴ ^a	۵۲/۵۵ ^a	۸۴/۴۷ ^a	۸/۹۸ ^a	۱/۱۴ ^b
	PRD _{75%}	۹۰/۸۱ ^{ab}	۸۶/۶۷ ^a	۳۷۴ ^{ab}	۳۳۱/۲ ^a	۵۳/۱ ^a	۸۳/۹۲ ^a	۹/۷۲ ^a	۱/۶۶ ^a
	DI _{75%}	۸۲/۱۶ ^c	۷۹/۷۹ ^b	۳۰۴ ^c	۲۷۲ ^c	۴۲/۵۴ ^b	۸۴/۳۲ ^a	۹/۱۴ ^a	۱/۱ ^b
	PRD _{55%}	۸۶/۰۸ ^{bc}	۸۶/۳۵ ^a	۳۴۳ ^b	۳۰۰/۶ ^b	۵۱/۳۷ ^b	۸۲/۹۶ ^a	۹/۵۸ ^a	۱/۳۳ ^b
	DI _{55%}	۸۲/۰۴ ^c	۷۶/۸۶ ^b	۲۸۱ ^c	۲۷۴ ^c	۴۲/۴۵ ^b	۸۳/۴۴ ^a	۹/۱ ^a	۱/۲۳ ^b
مرحله چهارم ۱۳۹۰/۹/۱۸	FI	۹۲/۵۳ ^a	۸۶/۹۹ ^a	۴۰۰ ^a	۳۴۸/۸ ^a	۴۷/۵۳ ^a	۸۶/۲۶ ^a	۹/۲۴ ^b	۱/۲۲ ^b
	PRD _{75%}	۹۱/۲۳ ^{ab}	۸۶/۹۴ ^a	۴۱۴ ^a	۳۳۵/۸ ^a	۵۷/۱۹ ^a	۸۲/۸۵ ^{ab}	۱۰/۱۲ ^a	۱/۶ ^a
	DI _{75%}	۸۴/۲۵ ^c	۸۰/۲۳ ^b	۳۲۵ ^b	۲۷۵/۸ ^b	۵۰/۸۶ ^b	۸۱/۴۱ ^b	۹/۶۸ ^{ab}	۱/۰۶ ^b
	PRD _{55%}	۸۶/۱۴ ^{bc}	۸۷/۱۷ ^a	۳۳۹ ^b	۳۱۰/۲ ^b	۵۲/۱۹ ^a	۸۳/۱۰ ^{ab}	۹/۷۸ ^a	۱/۲۱ ^b
	DI _{55%}	۸۲/۲۶ ^c	۷۷/۴۴ ^b	۳۰۰ ^b	۲۵۵/۶ ^c	۴۶/۳۹ ^b	۸۱/۷۹ ^b	۹/۳۲ ^b	۱/۰۹ ^b
مرحله پنجم ۱۳۹۰/۱۰/۱۱	FI	۹۲/۷۱ ^a	۸۷/۴۸ ^a	۴۱۱ ^a	۳۵۳/۲ ^a	۴۸/۴ ^a	۸۵/۷۱ ^a	۹/۳۴ ^b	۱/۲ ^b
	PRD _{75%}	۹۱/۱۴ ^{ab}	۸۷/۴۳ ^a	۴۱۷ ^a	۳۲۷/۴ ^a	۵۸/۶ ^b	۸۲/۳۴ ^b	۱۰/۵۸ ^a	۱/۵۹ ^a
	DI _{75%}	۸۴/۳۶ ^c	۸۰/۲۹ ^b	۳۳۳ ^{bc}	۲۷۷/۶ ^b	۵۰/۸ ^{ab}	۸۱/۶۸ ^b	۹/۸ ^b	۱/۰۳ ^b
	PRD _{55%}	۸۶/۴۸ ^{bc}	۸۹/۰۳ ^a	۳۶۶ ^b	۳۱۳/۴ ^a	۵۷/۴ ^{ab}	۸۱/۷۵ ^b	۱۰ ^{ab}	۱/۲۳ ^b
	DI _{55%}	۸۲/۶۳ ^c	۷۷/۹۵ ^b	۳۲۰ ^c	۲۵۶/۶ ^b	۴۶/۸ ^a	۸۱/۶۳ ^b	۹/۷۴ ^b	۱/۰۴ ^b

*- میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

منابع

- ۱- ارجی ع، ارزانی ک. و میرلطیفی م. ۱۳۸۱. تأثیر مقادیر مختلف تنش بر عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی و رشدی نهال‌های جوان زیتون رقم زرد. مجله علوم آب و خاک، جلد ۱۶، ص ۱۱۱-۱۲۰.
- ۲- بی‌نام. ۱۳۸۷. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی سال ۱۳۸۷. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۹۵ صفحه.
- ۳- حامدی س، مهرگان ع. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۴. نقش تغذیه متعادل در کاهش اثر سوء خشکسالی در گیاهان. نشریه فنی شماره ۴۲۴. انتشارات سنا. موسسه تحقیقات خاک و آب تهران.
- ۴- حیدری شریف‌آباد ح. ۱۳۸۴. تنش شوری. چکیده مقالات اولین همایش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان. ص ۱۰-۲۶.
- ۵- دولتی بانه ح. و نورجو ا. ۱۳۹۰. اثر کم آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره‌وری مصرف آب سه رقم انگور، مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲- ۲۷. شماره ۴، صفحات ۴۳۵-۴۵۰.
- ۶- رضوی ر. و رضایی ح.ط. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد زردآلو در سه سیستم آبیاری. مجله علوم آب و خاک، جلد ۲۰.

شماره ۱.

- ۷- سپاسخواه ع.ر. و کاشفی پور س.ک. ۱۹۹۴. رابطه بین پتانسیل آب برگ، عملکرد و کیفیت میوه لیمو شیرین تحت آبیاری قطره‌ای. مدیریت آب کشاورزی. جلد ۲۵، ص ۲-۱۳.
- ۸- کاراندیش ف.، شاه‌نظری ع.، میرلطیفی م.، آقاجانی ق. و عباسی ف. ۱۳۸۹. مقایسه توزیع رطوبت در آبیاری ناقص ریشه و آبیاری کامل در محدوده ریشه ذرت. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۹- کرمی ف.، طلایی ع.ر.، لسانی ح. و رسول‌زاده س. ۱۳۸۱. اثر تنش رطوبتی بر صفات کمی و کیفی میوه هلو. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳. شماره ۴، ص ۷۴۹-۷۵۴.
- ۱۰- موسوی ا.، علیمحمدی ر. و تاتاری م. ۱۳۸۸. اثر کم‌آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی رشد و نمو میوه بر عملکرد بادام رقم مامایی. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲۵، شماره ۲، ص ۲۰۷-۲۲۷.
- 11- Birhanu K. and Tilahun K. 2005. Fruit yield and quality of drip-irrigated tomato under deficit irrigation. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, Vol. 10, No. 2, 2010, pp. 2139-2151.
- 12- Davies W.J., Bacon M.A., Thompson D.S., Sobeih W. and Rodriguez L.G. 2000. Regulation of leaf and fruit growth in plants growing in drying soil: Exploitation of the plant's chemical signaling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agriculture. Journal of Experimental, Botany, 51:1617-1626.
- 13- Dasberg S., Tribulato E., Gentilo A., and Reforgiato G. 1992. Irrigation management and citrus production. Proc. Intl. Soc. Citricult, Acireale, Italy, P1307-1310.
- 14- Dry P.R., and Loveys B.R. 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial root zone drying. Australian Journal of Grape and Wine Research 4, 140n148.
- 15- Eirnhorn T., and Caspari H.W. 2003. Partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Gala' Apples in semi-arid climate., International Society for Horticultural Science.
- 16- Ginestar C., and Castel J.R. 1996. Responses of young Clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. J. Horti. Sci. 71:4:551-559.
- 17- Goldhammer D.A., Salinas M., Crisosto C., Day K.R., Soler M., and Moriana A. 2001. Effects of regulated Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying on Late Harvest Peach Tree Performance.
- 18- Ivan Garcia T., Victor Hugo D.Z., and Jose Luis M.F. 2011. Long-term impact of sustained-deficit irrigation on yield and fruit quality in sweet orange cv.salustiana (SW Spain). Comunicata Scientiae 2(2): 76-84.
- 19- Mostert P.G., Zyl-JL V., Verhoyn M.N.J. 2000. Gains in citrus fruit quality through regulated irrigation. XXV International Hort. Cong, Brussels, Belgium. Acta Hort. 516:123-130.
- 20- Perez J.G., Romero P., Novarro J.M., and Botia P. 2008. Response of sweet orange cv lane late to deficit irrigation strategy in two rootstocks. Irrog. Sci. 26: 6.519-529.
- 21- Shahnazari A, Jensen C.R., Liu F., Jacobsen S.E. and Andersen M.N. 2005. 'Partial root zone drying for water saving'. Organized by Kasetsart University and Swiss Federal Institute of Technology (ed.), in: Ikkeangivet. Kasetsart University, pp. 75-80.
- 22- Shahnazari A., Liu F., Andersen M.N., Jacobsen S.E., and Jensen C.R. 2007. Effects of partial rootzone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops search, 100: 117-124.
- 23- Spreer W., Nagle M., Neidhart S., Carle R., Ongprasert S., and Muller J. 2007. Effect of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on the quality of mango fruits (*Mangifera indica* L., cv. 'Chok Anan'). Agric. Water Manage. 88, 173-180.
- 24- Treeby M.T., Henriod R.E., Bevington K.B., Milne D.J., and Storey R. 2007. Irrigation management and rootstock effects on navel orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] fruit quality. Agricultural Water Management, 91 (1-3), pg. 24-32.
- 25- Walid M.A.R., Radwan Y., AjoMalak M., AngorTareq O., Nabeel M., and Bani-Hani. 2012. Impact pf different irrigation level and harvesting periods on the quantity and quality of navel oranges (*citrus sinensis*) and fruit juice. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol.10 (2): 115-119.