نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۸۶-۸۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 1, Spring 2014, P. 80-86
ISSN: 2008 - 4730

اثر کم‌آبیاری 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 کم‌آبی بر عملکرد کمی و کیفی پرتقال، برای مدیریت محصول در شرایط کم‌آبی، ضروری می‌باشد. در این راستا پژوهش حاضردر قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار در شهرستان بابل اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل، کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد آبیاری کامل بودند. رطوبت ناحیه توسعه ریشه به وسیله رطوبت‌سنج‌های TDR قرائت شد. میزان آب آبیاری از اختلاف رطوبت خاک قبل از آبیاری و رطوبت نقطه ظرفیت زراعی تعیین شد. بررسی عملکرد میوه با اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی میوه‌ها 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 برابر۲۴۲/۹۴میلی‌متر و صرفه‌جویی آب در تیمارهای کم‌آبیاری ۷۵٪ و ۵۵٪ نسبت به آبیاری کامل به ترتیب برابر ۱۷/۴۴٪ و ۳۱/۳۹٪بود. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪انجام شد. نتایج نشان داد اختلاف بین مشخصه‌های ابعاد، وزن تازه و خشک، رطوبت و حجم میوه بین تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری ناقص ریشه معنی‌دار نبوده است. مقایسه مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در مرحله رسیدگی میوه، در تیمارهای کم‌آبیاری، افزایش معنی‌داری در مقایسه با آبیاری کامل نشان دادند. نتایج نشان داد، اعمال تیمارهای کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه باعث افزایش معنی‌داری در کیفیت میوه نسبت به تیمارآبیاری کامل می‌شود. به‌منظور صرفه‌جویی در آب آبیاری و افزایش کیفیت محصول، استفاده از تیمارهای کم‌آبیاری در سطح ۷۵٪ توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری ناقص ریشه، پرتقال، کم‌آبیاری تنظیم شده، مواد جامد محلول

مقدمه

اقلیم ایران خشک بوده و نوسانات شدید بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی می‌شود (۳). در ایران بهره‌وری آب پایین است، بنابراین موضوع حفاظت و استفاده بهینه از آب و اعمال روش‌های نوین آبیاری امری ضروری به نظر می‌رسد (۴). کم‌آبیاری تنظیم شده (RDI[۵]) و آبیاری ناقص ریشه (PRD[۶])، دو نمونه از تکنیک‌های توسعه یافته در شرایط کمبود آب در سال‌های 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 ساقه درخت انگور بوده است (۱۴). مبنای این روش، آبیاری متناوب نیمی از ریشه و خشک نگه داشتن نیمه دیگر می‌باشد (۲۱). در این روش بخشی از ریشه که در خاک خشک قرار گرفته، با عکس‌العمل نسبت به خشکی و فرستادن علایمی از ریشه به روزنه‌ها، میزان بازشدگی روزنه را تحت تاثیر قرار داده که خود باعث کاهش میزان تلفات آب می‌شود (۱۲). از جمله نتایج اعمال آبیاری ناقص ریشه می‌توان به افزایش غلظت شیره آوندی و کاهش هدایت روزنه‌ای، افزایش کارایی مصرف آب (۱۵) و عدم کاهش در کمیت و کیفیت محصول (۱۷) اشاره نمود. تاثیر کم‌آبیاری در بهبود کیفیت میوه با افزایش در میزان قند، به اثبات رسیده است (۱۳، ۱۶، ۱۸ و ۲۴). محمدولید آل‌روسان 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 بهره‌وری 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 کم‌آبی روی پرتقال

۱، ۲ و ۳ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: (Email: aliponh@yahoo.com
۴- کارشناس ارشد آبخیزداری، شرکت آب منطقه‌ای مازندران

5- Regulated deficit irrigation
6- Partial root zone drying

والنسیا گزارش نمودند که کم‌آبیاری 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 کم‌آبیاری 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 درآبیاری ناقص ریشه (در آخرین برداشت) نسبت به مقادیر متناظر آن در آبیاری کامل[1] (FI) را اعلام کرده‌اند. در ارتباط با تأثیر زمان اعمال تنش آبی بر کیفیت میوه‌ی انگور، دولتی بانه و نورجو (۵) تأثیرگذاری بیشتر کم‌آبیاری 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 کم‌آبیاری 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 با۳۴/۶ 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 کم‌آبیاری 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 کم‌آبیاری تنظیم شده دردو سطح ۵۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی ($RDI_{75\%}$,$RDI_{55\%}$) بودند. خصوصیات خاک مزرعه، با نمونه‌برداری از اعماق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ و ۱۲۰-۹۰ سانتی‌متر تعین شد (جدول۱). 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 وتعداد قطره-چکان‌های اختصاص داده شده به هر درخت در تیمار آبیاری کامل۱۰ عدد با دبی۴ 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 ۱۰روز، 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[2] انجام شد. برای نصب رطوبت‌سنج‌ها، در پای دو درخت در سه نقطه به فاصله افقی ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر چاهک‌هایی به عمق تقریبی۱۵۰سانتی-متر حفر و رطوبت‌سنج‌ها به صورت افقی، در عمق‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰سانتی‌متر 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.

$$ET = \sum_{i=1}^{n} (\theta_{BI} - \theta_{FC}) \times Z_i \qquad (۱)$$

در این رابطه، (θ_{BI}) رطوبت لایه iام خاک قبل از آبیاری، (θ_{FC}) ظرفیت زراعی، (Zi) عمق لایهiام خاک می‌باشد.

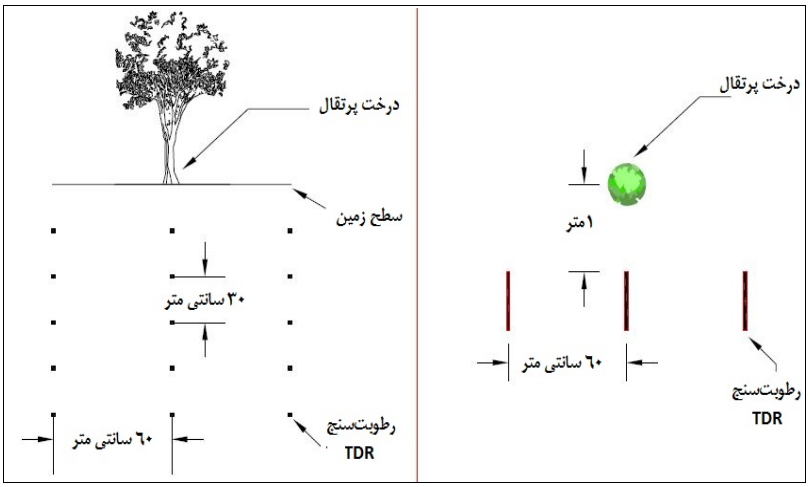
با توجه به حساس بودن مرکبات به تنش رطوبتی در دوره گلدهی و مراحل رشد اولیه میوه (۱۶، ۱۹ و ۲۰)، دوره اعمال تیمارهای آبیاری از تیرماه شروع و تا دهه اول مهرماه ادامه داشت. بعد از پایان دوره اعمال تیمارهای آبیاری تا مرحله رسیدگی میوه، نمونه‌برداری از درختان، طی ۵ مرحله با فاصله زمانی سه هفته انجام شد. از 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 رفراکتومتر، 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.

1- Full irrigation (FI)

2- Time Domain Reflectometry

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

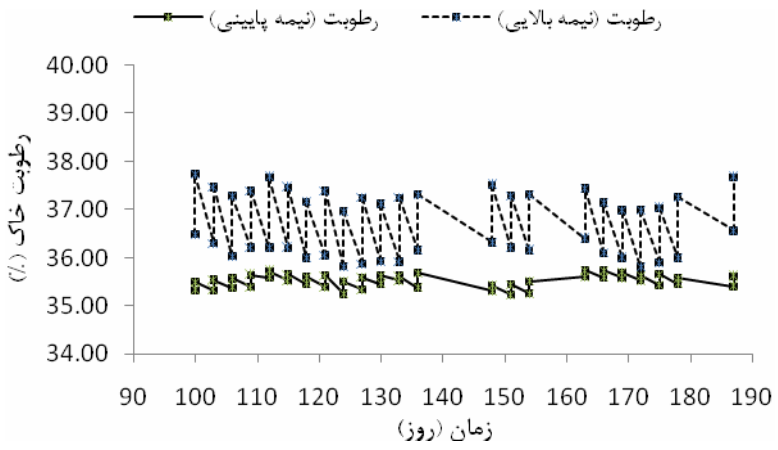
عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	ظرفیت مزرعه (درصد)	نقطه پژمردگی دائم (درصد)	EC×10 (ds/m)	PH
۰-۳۰	۱/۲۳	۳۷/۷۵	۲۰/۳۰	۲/۸	۷/۶۷
۳۰-۶۰	۱/۳۱	۳۷/۹۴	۲۰/۳۵	۲/۴	۷/۵۸
۶۰-۹۰	۱/۴۷	۳۵/۷	۲۳/۵۱	۲/۲	۷/۷
۹۰-۱۲۰	۱/۴۵	۳۷/۰۴	۱۹/۳۰	۲/۲	۷/۷۷



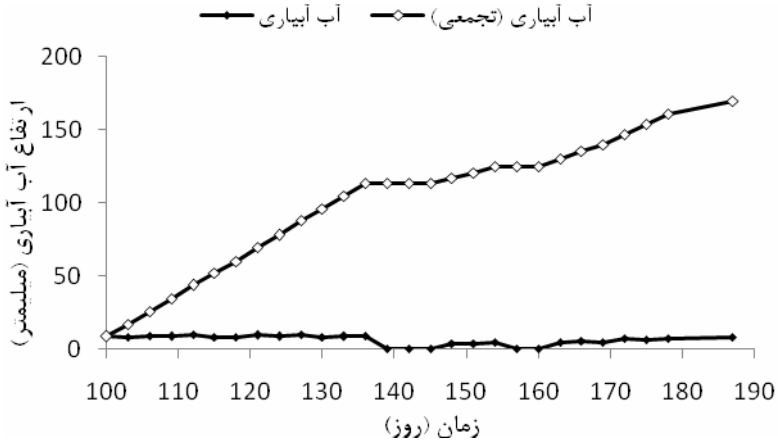
شکل۱- نمایی از چگونگی جانمایی رطوبت‌سنج‌های TDR در پلان و مقطع عرضی

نتایج و بحث

تغییرات رطوبت حجمی خاک در تیمار آبیاری کامل در عمق‌های ۶۰-۰ و ۱۲۰-۶۰ سانتی‌متر، بر اساس داده‌های قرائت شده توسط رطوبت‌سنج‌های TDR در شکل ۲ نشان داده شده است. با بررسی چگونگی نوسانات رطوبت درعمق‌های 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 به‌این دلیل است که، خاک منطقه مورد مطالعاتی به سمت بافت‌های سنگین (لومی رسی) میل می‌کند. بعلاوه 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. شکل۳ 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 کامل۱۶۹/۴۴ میلی‌متر و در تیمارهای کم‌آبیاری در سطح ۷۵ و ۵۵درصد 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 کم-آبیاری در دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد به ترتیب برابر با ۲۰۰/۵۸ میلی‌متر و ۱۶۶/۶۹ میلی‌متر بود. اعمال تیمارهایPRD_{75} و DI_{75} 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 PRD_{55}و DI_{55}، 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 تعرق روزانه در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به ترتیب برابر ۸۶/۵، 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).



شکل۲- تغییرات درصد رطوبت خاک در عمق‌های ۶۰-۰ و ۱۲۰-۶۰ در تیمار آبیاری کامل



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

بین کم‌آبیاری تنظیم شده در هر دو سطح ۷۵ و ۵۵ درصد با تیمار آبیاری کامل در تمامی مراحل اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تنش کم‌آبی موجب کاهش وزن و کوچکتر شدن میوه شد. از دلایل کاهش وزن میوه می‌توان کاهش فتوسنتز و کاهش حجم سلول‌ها تحت شرایط کم‌آبیاری 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 معنی‌دار وجود داشت. بیشترین و کمترین وزن خشک میوه در زمان برداشت، به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری ناقص ریشه ۷۵ درصد (۵۸/۶گرم) و کم‌آبیاری تنظیم شده ۵۵ درصد (۴۶/۸ گرم) بود. افزایش ماده خشک در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به شاهد به افزایش میزان گوشتی شدن میوه طی اعمال تنش دلالت دارد. بیرهنو و همکاران (۱۱)، ایوان گارسیا (۱۸) و اسپرییر و همکاران (۲۳) نیز به نتایجی مشابهی دراین زمینه رسیدند. با بررسی مقادیر درصد رطوبت میوه مشخص شد که اختلاف بین تیمار آبیاری کامل با بقیه تیمارها در دو مرحله آخر نمونه‌برداری در سطح ۵٪ معنی‌دار است. در تمامی مراحل نمونه‌برداری 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 معنی‌داری 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 نمونه‌برداری در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به

آبیاری کامل، فقط در دو مرحله چهارم و پنجم نمونه‌برداری میوه این تفاوت بین آبیاری ناقص ریشه ۷۵درصد 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 ولیدآل 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 آل‌روسان و همکاران (۲۵)، سپاسخواه و کاشفی‌پور (۷)، هم‌خوانی دارد. دولتی‌بانه و نورجو (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 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 اسیدآبسیک 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. این‌کار علاوه بر سود اقتصادی بیشتر، از کاهش کیفیت میوه در اثر بارندگی‌ها و سرمای زودرس در اواخر پاییز جلوگیری می‌کند.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج حاکی از آن است که اعمال تیمارهای کم-آبیاری تنظیم شده و آبیاری ناقص ریشه علاوه برصرفه‌جویی 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.

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 (میلیمترمکعب)	وزن تازه (گرم)	وزن خشک (گرم)	رطوبت (٪)	میزان مواد جامدمحلول (٪)	اسیدغالب (٪)
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 معنی‌دارمی‌باشد.

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

مرحله نمونه‌برداری	تیمار	عرض (میلیمتر)	طول (میلیمتر)	حجم (میلیمترمکعب)	وزن تازه (گرم)	وزن خشک (گرم)	رطوبت (٪)	میزان مواد جامدمحلول (٪)	اسیدغالب (٪)
	FI	۷۳/۶۱ a	۷۵/۳۸ a	۲۲۱/۲ a	۱۹۵/۸ a	۳۰/۱۳ a	۸۴/۶۱ a	۸/۹ a	۱/۹۲ 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
مرحله اول	$DI_{75\%}$	۷۲/۷۵ ab	۶۹/۱۶ ab	۱۹۷ ab	۱۶۲ bc	۲۷/۳ bc	۸۳/۱۹ a	۸/۵۸ a	۱/۸۷ a
۱۳۹۰/۷/۱۱	$PRD_{55\%}$	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
	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
مرحله دوم	$DI_{75\%}$	۷۷/۶۹ bc	۷۷/۲۰ ab	۲۵۶ bc	۲۲۶ c	۳۳/۳۱ a	۸۵/۲۵ a	۸/۹۸ a	۱/۴ b
۱۳۹۰/۸/۲	$PRD_{55\%}$	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
	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
مرحله سوم	$DI_{75\%}$	۸۲/۱۶ c	۷۹/۷۹ b	۳۰۴ c	۲۷۲ c	۴۲/۵۴ b	۸۴/۳۲ a	۹/۱۴ a	۱/۱ b
۱۳۹۰/۸/۲۸	$PRD_{55\%}$	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	۲۸۸ c	۲۷۴ c	۴۲/۴۵ b	۸۳/۴۴ a	۹/۱ a	۱/۲۳ b
	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
مرحله چهارم	$DI_{75\%}$	۸۴/۲۵ c	۸۰/۲۳ b	۳۲۵ b	۲۷۵/۸ b	۵۰/۸۶ b	۸۱/۴۱ b	۹/۶۸ ab	۱/۰۶ b
۱۳۹۰/۹/۱۸	$PRD_{55\%}$	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
	FI	۹۲/۷۱ a	۸۷/۴۸ a	۴۱۱ a	۳۵۳/۲ a	۴۸/۴ a	a۸۵/۷۱	۹/۳۴ b	۱/۲ b
	$PRD_{75\%}$	۹۱/۱۴ ab	۸۷/۴۳ a	۴۱۷ a	۳۳۷/۴ a	۵۸/۶ b	۸۲/۳۴ b	۱۰/۵۸ a	۱/۵۹ a
مرحله پنجم	$DI_{75\%}$	۸۴/۳۶ c	۸۰/۲۹ b	۳۳۳ bc	۲۷۷/۶ b	۵۰/۸ ab	۸۱/۶۸ b	۹/۸ b	۱/۰۳ b
۱۳۹۰/۱۰/۱۱	$PRD_{55\%}$	۸۶/۴۸ bc	۸۹/۰۳ a	۳۶۶ b	۳۱۳/۴ a	۵۷/۴ ab	۸۱/۷۵ b	۱۰ ab	۱/۲۳ b
	$DI_{55\%}$	۸۲/۶۲ 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، ص۱۱۱-۱۲۰.

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- حیدری‌شریف‌آباد ح. ۱۳۸۴. تنش شوری. چکیده مقالات اولین همایش اثر تنش های محیطی بر گیاهان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان. ص۱۰-۲۶.

۵- دولتی بانه ح. و نورجو ا. ۱۳۹۰. اثرکم‌آبیاری برکمیت،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.

شماره۱.

۷- سپاسخواه ع.ر. و کاشفی‌پور 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، جلد۳۳. شماره ۴، ص۷۴۹-۷۵۴.

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، ص۲۰۷-۲۲۷.

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 phonological 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 (Mangiferaindica 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.