نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۹۸-۵۸۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 588-598

تاثیر کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری خشکی ناحیه ریشه بر خصوصیات کمی و کیفی میوه کیوی

علی ضیاءتبار احمدی[۱]، علی شاهنظری[۲*]، میرخالق ضیاءتبار احمدی[۳]، علی قدمی فیروزآبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

کم‌آبیاری به‌عنوان یک عامل تنش‌زا بر ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیک گیاهان اثر می‌گذارد. به منظور بررسی اثر میزان آب آبیاری و روش اعمال کم‌آبیاری بر عملکرد و پارامترهای کمی و کیفی کیوی رقم هایوارد، آزمایشی در یکی از باغ‌های منطقه هادی‌شهر کیلومتر ۵ شهرستان بابلسر، با ۵ تیمار و ۳ تکرار، طی دو سال زراعی انجام شد. تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: آبیاری کامل (تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی)، کم‌آبیاری تنظیم شده (DI) در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درصد و آبیاری خشکی ناحیه ریشه (PRD) در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درصد. بررسی اثر تیمارها با اندازه‌گیری خصوصیات کمی و کیفی نمونه‌های میوه شامل: حجم، ابعاد میوه در جهت‌های مختلف، وزن تازه و خشک، رطوبت، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول در مرحله رسیدگی انجام شد. مقدار آب مصرفی تیمار آبیاری کامل در کل فصل رشد و اعمال تیمارهای کم‌آبیاری به ترتیب برابر با ۲۳۹ و ۱۴۱ میلی‌متر بود. میزان صرفه‌جویی آب در تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به آبیاری کامل در کل دوره رویش و دوره اعمال تیمارهای کم‌آبیاری در سطح ۷۰ درصد، به ترتیب ۱۵/۳۳ و ۲۶/۲۵ و در سطح ۶۰ درصد به ترتیب ۱۶/۷۹ و ۲۸/۷۵ درصد بوده است. براساس مقایسه میانگین بین تیمارهای آبیاری در مرحله برداشت، اثر تیمارها بر وزن تازه و خشک، حجم و بُعد Y و Z معنی‌دار، ولی بر بُعد X، مواد جامد محلول، رطوبت و اسید غالب میوه معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج حاکی از آن است که اعمال تیمارهای کم‌آبیاری، علاوه بر بهبود کیفیت میوه، راهکاری برای سازگاری با معضل بحران آب و نیل به یک کشاورزی پایدار است.

واژه‌های کلیدی: تنش آبی، کم‌آبیاری ناقص، هایوارد

مقدمه

در حال حاضر، کشاورزی تکیه‌گاه مهم امنیت غذایی و حیات اقتصادی کشور است و با توجه به میانگین بارندگی سالانه ۲۴۰ تا ۲۵۲ میلی‌متر در ایران، کمبود آب به‌عنوان مهمترین و محدودکننده‌ترین عامل تولید، در این بخش مطرح می‌باشد. بنابراین توجه بیش‌تری به مطالعه در مورد آثار تنش خشکی در تولید گیاهان زراعی و همچنین ذخیره آب و مصرف کارآمد آن را طلب می‌کند. یکی از روش‌های بهبود بهره‌وری آب، اتخاذ سیاست‌های کم‌آبیاری است کم آبیاری، راهکاری مناسب برای کسب عملکرد قابل قبول و اقتصادی با مصرف حداقل آب می‌باشد (Zagbi et al., 2004). 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 (Zhu et al., 2009).

روش‌های متعددی برای اعمال کم‌آبیاری در جهان تجربه شده است که کم‌آبیاری تنظیم شده (DI) و کم‌آبیاری خشکی ناحیه ریشه (PRD) از جمله این روش‌ها می‌باشند که موجب کاهش مصرف آب نسبت به آبیاری کامل می‌شوند. در کم‌آبیاری، میزان کاهش مصرف آب بسته به نوع گیاه متفاوت بوده و معمولا بدون کاهش عملکرد و گاهی با کاهش جزیی همراه می‌باشد، که موجب افزایش بهره‌وری آب می‌گردد (الباجی، ۱۳۸۹). هدف از کم‌آبیاری، افزایش راندمان مصرف آب به وسیله کاهش کفایت آبیاری یا حذف آبیاری‌های غیر موثر می‌باشد.

در کم‌آبیاری تنظیم شده، با تامین بخشی از حداکثر نیاز گیاه در زمان‌های مشخص، به مدیریت مصرف آب پرداخته می‌شود و به‌همین

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: aliponh@yahoo.com

دلیل در اکثر مواقع خاک منطقه ریشه در محدوده خشک قرار دارد. استفاده از این روش، تا حدودی رشد گیاه را متوقف کرده و معمولا باعث کاهش عملکرد می‌گردد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸)PRD یک روش کم‌آبیاری است که کارآیی مصرف آب را بدون ایجاد کاهش مشخصی در عملکرد گیاه بهبود می‌بخشد (دشتی، ۱۳۹۰). این روش برای اولین بار در کشور استرالیا مطرح شد و هدف اصلی آن در شروع کار، کنترل رشد اضافی ساقه درخت انگور بوده است.در تکنیک PRD، قسمتی از ریشه گیاه آبیاری شده و قسمتی دیگر خشک باقی می‌ماند. آن قسمت که خشک باقی می‌ماند با فرستادن پیام به اندام هوایی، نسبت به خشکی عکس‌العمل نشان داده و باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش مصرف آب توسط گیاه می‌گردد (سرائی تبریزی و همکاران، ۱۳۸۹). بسیاری از پژوهشگران علت واکنش گیاه به خشکی را ترشح آبسسیک اسید در ریشه گزارش نمودند (Davis And Hortong., 2009). وقتی گیاه در برابر خشکی قرار می‌گیرد، این هورمون در ریشه گیاه ترشح می‌شود و طی فرایند تعرق، با صعود در میان شیره گیاهی به اندام‌های فتوسنتزکننده می‌رسد و با کاهش در میزان عوامل موثر در فتوسنتز (که عمده‌ترین آن‌ها کاهش سرعت رشد برگ و کاهش بازشدگی روزنه‌ها می‌باشد)، میزان تلفات آب را به حداقل می‌رساند (Davis And Zhang., 1991). کاهش هورمون سیتوکسین در ریشه‌ها، نوک شاخه‌ها و جوانه‌ها و به دنبال آن کاهش رشد شاخه‌ها از دیگر نتایج تاثیر آبیاری خشکی ناحیه ریشه می‌باشد (Estol et al., 2001). در مطالعه‌ای روی درختان کیوی، از کاهش در رویش قسمت‌های هوایی گیاه، به عنوان نتیجه‌ای از اعمال تنش یاد شده است (Chartezolakis et al., 2000). در مطالعه روی تاثیر زمان اعمال تنش آبی بر میوه کیوی، بیش‌ترین زمان تاثیر اعمال تنش، دوره‌های ابتدایی رویش تشخیص داده شده است (Miller et al.,1998) تاثیرگذاری بیش‌تر کم‌آبیاری با افزایش در محتویات قندی و اسیدی، در مراحل انتهایی دوره رشد میوه گزارش شده است (دولتی بانه و نورجو، ۱۳۹۰). در پژوهشی تاثیر تیمارهای مختلف کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری خشکی موضعی ناحیه درحد ۷۵ و ۵۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک حاکی از تفاوت معنی‌دار اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه، کارایی فتوسنتز، فلورسانس بیشینه، فلورسانس کمینه، شاخص سطح برگ، وزن خشک ساقه، طبق و برگ شد. به‌طوریکه تنش آبی باعث کاهش معنی‌داری در میزان عملکرد دانه، شاخص عملکرد کوانتومی (YII) و فلورسانس بیشینه Fm و در مقابل موجب افزایش میزان فلورسانس کمینه F0 شد (قدمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

از آنجایی که ایران در جایگاه هشتم تولید محصول کیوی در عرصه جهانی قرار دارد، لذا این امر اهمیت این میوه را به وضوح نشان می‌دهد (FAO., 2005). طبق آمارنامه وزارت کشاورزی در سال ۱۳۸۷، استان مازندارن رتبه اول کشور در سطح زیر کشت و تولید محصول کیوی را به خود اختصاص داده است. به طوری که ۸۵ درصد سطح زیر کشت و ۸۱ درصد میزان تولید محصول کیوی مربوط به این استان بوده است. چراغی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) نیز تاثیر کم‌آبیاری در سطح ۷۵ درصد را روی میوه کیوی بررسی کردند که نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده عملکرد خوب گیاه در این سطح بود. لذا، در این تحقیق، به بررسی امکان صرفه‌جویی بیش‌تر در مصرف آب برای کشت این میوه پرداخته شده است. بدین منظور، تیمارهای آبیاری ذکر شده را در سطوح آبیاری ۶۰ و ۷۰ درصد در مورد درخت کیوی اعمال کرده و با بررسی خواص میوه طی اعمال تیمارها، موثر یا غیر موثر بودن این تیمارها مورد بحث قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی درختان کیوی ۱۲ ساله رقم هایوارد در سال زراعی ۱۳۹۶ در یکی از باغ‌های منطقه هادی‌شهر، کیلومتر ۵ شهرستان بابلسر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل (FI)، آبیاری موضعی ریشه در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درصد (PRD_{60} و PRD_{70}) و کم‌آبیاری تنظیم شده در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درصد (RDI_{60} و RDI_{70}) بودند. به منظور انجام پژوهش، ابتدا درخت‌های مشابه و یکنواخت، انتخاب و برای تعیین خصوصیات خاک، بعد از گرفتن نمونه خاک از مزرعه، نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفتند. خصوصیات خاک محدوده مورد مطالعه در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح

بافت خاک	عمق نمونه خاک (سانتی‌متر)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت (حجمی) ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت (حجمی) پژمردگی دایم (درصد)	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH
لوم رسی	۳۰-۰	۱/۳۲	۲۹/۶	۲۰	۱/۵	۷/۴۲
لوم رسی	۶۰-۳۰	۱/۳۹	۳۳/۵	۲۳/۹۳	۱/۲	۷/۴۳
لوم رسی	۹۰-۶۰	۱/۳۶	۳۲/۹۷	۲۳/۴۶	۰/۹	۷/۴۹

از رطوبت‌سنج TDR برای پایش رطوبت حجمی خاک محدوده توسعه ریشه و به منظور مشخص کردن نیاز آبی و مقدار آب آبیاری، استفاده شد. بدین صورت که برای دو درخت، در سه نقطه برای هر درخت، به فواصل عرضی ۵۰ سانتی‌متر و در هر نقطه سه عمق رطوبت‌سنجی، به فواصل عمقی ۲۴ سانتی‌متر از یکدیگر، در نظر گرفته شد. سپس، حفره‌هایی متناسب با ابعاد رطوبت‌سنج‌ها حفر (به وسیله آگر) و آن‌ها را در عمق‌های مشخص قرار داده و نسبت به پر کردن و متراکم کردن خاک حفره‌ها تا حصول تراکم زمین در حالت اولیه اقدام گردید. از رابطه ۱ نیز به منظور تعیین عمق آب آبیاری مورد نیاز در تیمار آبیاری کامل استفاده شد. همچنین نیاز آبی برای تیمار آبیاری کامل، در هر نوبت از رابطه ۱ محاسبه شد. براساس توصیه‌های موجود مبنی بر وجود حداقل دو مرتبه آبیاری در هفته برای کیوی، دور آبیاری ۲ روز در نظر گرفته شد (محمدیان و اسحاقی تیموری، ۱۳۸۷).

سیستم آبیاری در این پژوهش قطره‌ای بود که از قطره‌چکان‌های روی خط جبران‌کننده فشار نتافیم با دبی ۴ لیتر بر ساعت و فشار کارکرد ۱۰ متر استفاده گردید. این قطره‌چکان‌ها در فواصل یک متر روی لوله‌های ۱۶ میلی‌متری نصب شدند. برای دو تیمار آبیاری کامل و کم‌آبیاری تنظیم شده، آرایش سیستم آبیاری از نوع لوپ و در آبیاری خشکی ناحیه ریشه (PRD) دو نیم‌لوپ مجزا در دو طرف گیاه استفاده شد. در کاتالوگ قطره‌چکان مربوطه، برای خاک لوم قطر خیس‌شده بین ۱۸۳-۱۵۲ سانتی‌متر و برای خاک رس قطر خیس‌شده بین ۲۴۳-۲۱۳ سانتی‌متر عنوان شده بود. در روش PRD، در هر دو نوبت آبیاری، به منظور اطمینان از خشک بودن نیمی از ریشه، همزمان با آبیاری نیمه دیگر، نسبت به تعویض برای آبیاری از یک سمت ریشه به سمت دیگر اقدام شد.

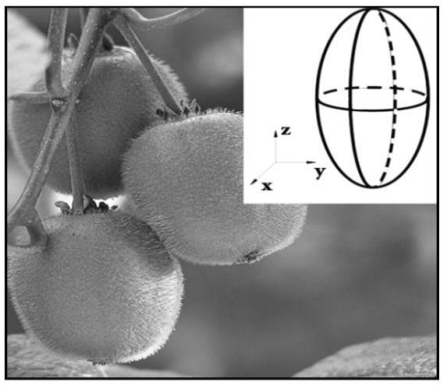
$$I = \sum_{i=1}^{m} D_n\left(\theta_{Fc} - \theta_i\right) \qquad (۱)$$

$$\sum_{n-1}^{m} D_n = D_{rz} \sum_{i=1}^{m} D_n \qquad (۲)$$

که در آن I: عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)، D_{rz}: عمق توسعه ریشه گیاه (سانتی‌متر) که یک متر در نظر گرفته شد، D_n: فاصله‌های عمقی سنجش رطوبت (سانتی‌متر)، Θ_{FC}: رطوبت حجمی خاک در نقطه ظرفیت زراعی (اعشار)، Θ_i: رطوبت حجمی خاک قبل از انجام آبیاری (اعشاری) و m: تعداد عمق که در آن‌ها اندازه‌گیری رطوبت انجام شده، می‌باشد.

با توجه به مطالعات گذشته و حساس بودن میوه نسبت به تنش کم‌آبی در دوره‌های گل‌دهی و رشد (Mostert et al., 2000؛ Ginstar And Kastel., 1996)، شروع اعمال تیمارهای آبیاری از تیرماه بود.

تمامی عملیات زراعی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور یکنواخت صورت پذیرفت. برداشت نمونه میوه تصادفی از درختان، پس از اعمال تیمارهای آبیاری تا برداشت محصول، در سه نوبت از ۱۹ مردادماه تا ۱۵ شهریور، انجام شد. به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف آبیاری، صفات کمی و کیفی میوه‌ها اندازه‌گیری و مقایسه شد. برای تعیین حجم نمونه‌های میوه از روش غوطه‌وری در آب و برای اندازه‌گیری ابعاد میوه در جهات مختلف (شکل ۱) از کولیس استفاده شد.



شکل ۱- اندازه‌گیری ابعاد میوه کیوی

برای خشک کردن میوه‌ها از آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد که اختلاف وزن بین میوه تازه و میوه خشک، تقسیم بر وزن میوه تازه، درصد رطوبت را نتیجه می‌دهد. همچنین با اندازه‌گیری مواد جامد محلول آب میوه با استفاده از دستگاه رفراکتومتر[1]، مقدار مشخصه قند تعیین گردید. روش تیتراسیون آب میوه نیز برای تعیین اسید غالب میوه استفاده شد. مقدار اسید غالب میوه، به روش تیتراسیون ۰/۱ نرمال با معرف فنل‌فتالئین[3] اندازه‌گیری شد. درصد اسیدیته از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$A = \frac{v \times 0.0064 \times 100}{M} \qquad (۳)$$

که V: حجم مصرفی (میلی‌لیتر) هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال، M: جرم نمونه (گرم) و A: اسیدیته کل بر حسب اسید سیتریک (گرم در ۱۰۰ گرم) است.

اندازه‌گیری فتوسنتز گیاه، با استفاده از دستگاه فتوسنتزمتر انجام شد. به این صورت که سه برگ از هر درخت درون اتاقک اندازه‌گیری طوری قرار داده شد که سطح فوقانی برگچه به طرف بالا قرارگیرد، تا نور کافی دریافت کند. سپس صفات هدایت روزنه‌ای براساس مول-CO_2 بر متر مربع بر ثانیه، سرعت تعرق براساس میلی‌مول H_2O بر مترمربع بر ثانیه، دمای برگ و سرعت فتوسنت[2]ز بر اساس میکرومول

1-Refractometer
2-Bartlet
3-Phenolphthalein

CO_2بر متر مربع بر ثانیه اندازه‌گیری شد. در هر واحد آزمایشی، اندازه‌گیری روی پنج بوته تصادفی به‌طور جداگانه انجام شد و در نهایت میانگین آن‌ها گزارش شد. اندازه‌گیری پارامترهای فلورسانس کلروفیلی در آخرین برگ توسعه یافته با استفاده از دستگاه فلورومتر صورت گرفت. بدین منظور، برگ‌ها با استفاده از گیره‌های مخصوص برگ به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزارهای Excel و SPSS انجام گردیده و برای مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده آزمون بارتلت [۲] به کار گرفته شده است.

نتایج و بحث

مقادیر بارش و نوسانات رطوبت داخل خاک (توسط رطوبت‌سنج TDR) در اثر آبیاری طی دوره اعمال تیمارهای آبیاری در شکل ۲ نشان داده شده است. هر نوسان رطوبتی دارای دو مقدار رطوبت می‌باشد که مقدار کم‌تر مربوط به قبل از انجام آبیاری و مقدار بیش‌تر، در زمان قطع آبیاری است. نمودار بالایی، بیانگر متوسط رطوبت در نیمه بالایی ریشه (از سطح زمین تا عمق ۰/۵ متری) و نمودار پایینی مربوط به متوسط رطوبت در نیمه پایینی (از عمق ۰/۵ تا ۱ متر) می‌باشد. با استفاده از رابطه ۱، نیاز آبی برای ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۸۱، ۱/۸۸ و ۱/۴۶ میلی‌متر بر روز برآورد شد.

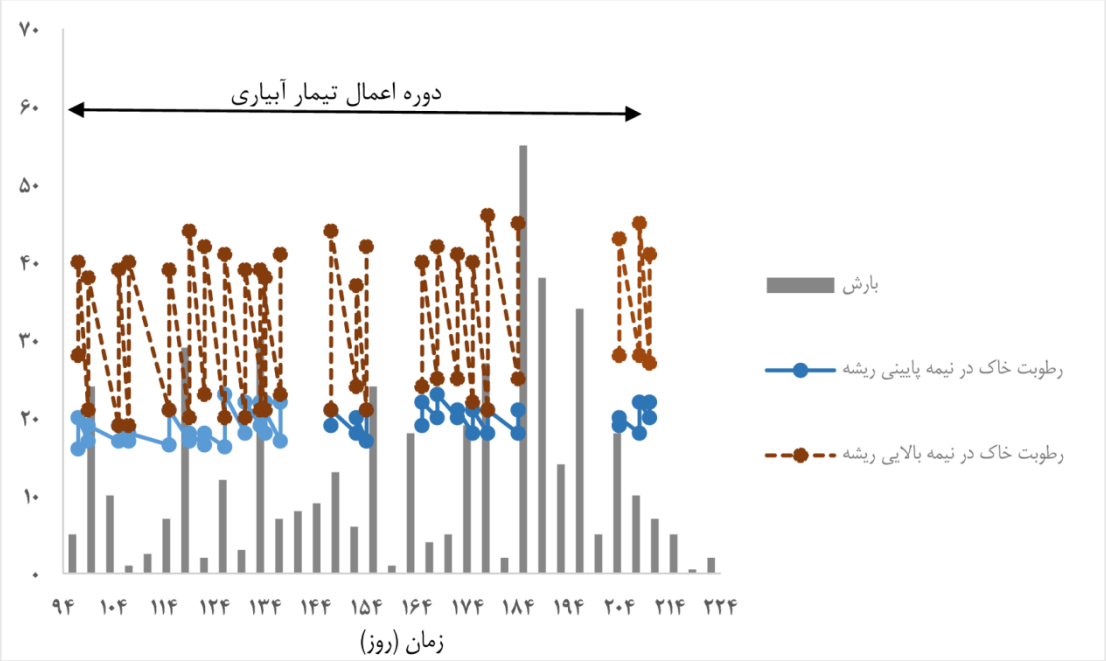
عمق آب مصرفی

مقادیر آب مصرفی در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارایه شده است. تیمار آبیاری کامل به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تیمارهای آبیاری خشکی ناحیه ریشه و کم‌آبیاری تنظیم شده به میزان‌های ۶۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی، آب دریافت می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که عمق آب مصرفی در تیمار آبیاری کامل برابر با ۲۳۹ میلی‌متر می‌باشد. کم‌ترین میزان آبیاری مربوط به تیمارهای کم‌آبیاری ۶۰ درصد و آبیاری خشکی ناحیه ریشه ۶۰ درصد و بیش‌ترین میزان آبیاری مربوط به تیمار آبیاری کامل است. همچنین اعمال تیمارهای PRD_{70} و RDI_{70} منتج به ۱۵/۳۳ درصد و اعمال تیمارهای PRD_{60} و RDI_{60} منتج به ۱۶/۷۹ درصد کاهش حجم آب مصرفی در کل فصل رشد گردید.

اندازه‌گیری‌های گیاهی

نتایج تجزیه واریانس ارایه شده در جداول بیانگر این موضوع است که اثر تیمارهای آبیاری در دو مرحله اول و دوم نمونه‌گیری برای صفات اندازه در جهات مختلف، رطوبت، وزن تازه و خشک و حجم، معنی‌دار است.

همچنین براساس تجزیه واریانس داده‌ها، صفات وزن تازه و خشک و حجم دارای تفاوت معنی‌دار بودند. جداول ۳ تا ۶ بیانگر این نتایج در دو سطح ۶۰ و ۷۰ برای صفات کمی و کیفی میوه کیوی است.



شکل۲- مقادیر بارش و رطوبت در دو نیمه بالایی و پایینی ریشه

جدول ۲- عمق آب مصرفی در تیمارهای مختلف طی فصل رشد (mm)

نام تیمار	عمق آب آبیاری در کل دوره رویش گیاه	عمق آب آبیاری در طول دوره اعمال تیمار	درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در کل دوره رویش گیاه	درصد صرفه‌جویی در طول دوره اعمال تیمار
FI	۲۳۹	۱۴۱	۰	۰
PRD_{70}	۱۹۱/۱۴	۹۸/۰۴	۱۵/۳۳	۲۶/۲۵
PRD_{60}	۱۷۱/۰۲	۸۷/۷۲	۱۶/۷۹	۲۸/۷۵
RDI_{70}	۱۹۱/۱۴	۹۸/۰۴	۱۵/۳۳	۲۶/۲۵
RDI_{60}	۱۷۱/۰۲	۸۷/۷۲	۱۶/۷۹	۲۸/۷۵

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف (کمی) کیوی در تیمارهای مختلف در سطح ۷۰ درصد و در مراحل مختلف نمونه‌گیری

تاریخ نمونه‌گیری	منبع تغییرات	درجه آزادی	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	تیمار	۴	۳۴۴**	۴۴۵/۱۶*	۶/۲۹*	۵/۶۲**	۱۹/۸۲**	۸/۲۳*
	بلوک	۴	۱۴/۷۰*	۸/۹۸^{ns}	۰/ ۰۳۸^{ns}	۲/۴۸*	۲/۹۸^{ns}	۰/۷۱^{ns}
	خطا	۸	۱/۰۵	۱۸/۳	۰/۱۲	/۲۲	۰/۶۶	۰/۵۶
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	تیمار	۴	۴۷۳/۸۴**	۶۰۹/۰۵**	۹/۹**	۱۱/۳۴*	۱۰/۳۹**	۱۸/۴۷^{ns}
	بلوک	۴	۰/۷۵^{ns}	۱۱/۶۸^{ns}	۸۰/۰۲^{ns}	۱/۷۱^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۳/۱*
	خطا	۸	۱۵/۳۰	۲/۷۲	۰/۰۰	۱/۵	۰/۱۰	۰/۴۳
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	تیمار	۴	۲۷۳/۷۰**	۵۱۳/۰۲**	۹**	۲/۵۸^{ns}	۷^{ns}	۲۵/۹۰^{ns}
	بلوک	۴	۲۸/۶۰*	۲/۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۳/۲۱^{ns}	۱/۲۰^{ns}	۱/۵۷^{ns}
	خطا	۸	۱/۸۴	۶/۲۶	۰/۰۶	۲/۳۲	۱/۸۹	۷/۸۳

** معنی‌دار در احتمال سطح ۱٪، * معنی‌دار در احتمال سطح ۵٪، ^{ns} غیر معنی‌دار

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات کمی کیوی در تیمارهای مختلف در سطح ٦٠ درصد و در مراحل مختلف نمونه‌گیری

تاریخ نمونه‌گیری	منبع تغییرات	درجه آزادی	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	تیمار	۴	۳۷۱/۲	۴۵۵/۱۶	۸/۲۹	۷/۶۲	۲۱/۸۲	۱۰/۲۳
	بلوک	۴	۱۶/۷۰	۱۳/۹۸^{ns}	۰/ ۰۷^{ns}	۴/۴۸	۶/۹۸^{ns}	۰/۸۱^{ns}
	خطا	۸	۱/۲۵	۵/۳	۰/۱۷	/۲۹	۰/۷۸	۰/۶۴
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	تیمار	۴	۵۰۱/۸۴	۶۶۲/۰۵	۱۲/۹۱	۱۲/۳۴	۱۱/۳۹	۲۰/۴۷^{ns}
	بلوک	۴	۰/۸۱^{ns}	۱۲/۶۸^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۱/۹۲^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۴/۱
	خطا	۸	۱۷/۳۰	۳/۷۲	۰/۰۰	۲/۰۱	۰/۱۴	۰/۵۳
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	تیمار	۴	۲۹۵/۷۰	۵۶۰/۰۲	۱۰/۰۵	۳/۱۱^{ns}	۷/۵۰^{ns}	۲۸/۱۲^{ns}
	بلوک	۴	۳۳/۱۱	۳/۰۳	۰/۱۹^{ns}	۳/۴۶^{ns}	۱/۳۵^{ns}	۱/۸۰^{ns}
	خطا	۸	۲/۰۴	۷/۰۶	۰/۰۸	۲/۵۲	۲/۰۱	۸/۷۳

نتایج مقایسه میانگین‌ها بین صفات مختلف کمی و کیفی در مراحل مختلف نمونه‌گیری نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای FI و PRD_{60} و DI_{60} وجود ندارد. همچنین با توجه به نتایج مشخص است که بیش‌ترین اختلاف‌های معنی‌دار در مقایسه بین دو تیمار DI_{70} و FI و کم‌ترین اختلاف معنی‌دار مربوط به تیمار PRD_{70} و FI است. علاوه بر مقایسه مقادیر میانگین صفت‌های مختلف کمی و کیفی بین تیمارهای آزمایشی در هر یک از تاریخ‌های نمونه‌گیری (جداول ۷ تا ۱۰)، میانگین صفات هر یک از تیمارها بین تاریخ‌های نمونه‌گیری نیز در جداول ۱۱ تا ۱۴ مورد مقایسه قرار گرفت.

با مقایسه میانگین وزن تازه میوه در تیمارهای آبیاری بین مراحل نمونه‌گیری (جداول ۱۱ تا ۱۴) مشخص شد که بین مراحل دوم و سوم نمونه‌گیری، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین در مقایسه وزن خشک میوه نیز، غیر از تیمار آبیاری کامل که بین مراحل دوم و سوم نمونه‌گیری، افزایش معنی‌دار وجود داشت، در دو تیمار دیگر بین

مراحل دو و سه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در مطالعه انجام شده توسط (Miller et al.,1998) روی تاثیر تنش رطوبتی بر میوه کیوی، کاهش مقدار متوسط ۲۵ درصدی در وزن محصول میوه‌های درختان تحت تنش نسبت به میوه‌های درختان شاهد (آبیاری کامل) گزارش شده است.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مختلف (کیفی) کیوی در تیمارهای مختلف در سطح ٦٠ درصد و در مراحل مختلف نمونه‌گیری

تاریخ نمونه‌گیری	منبع تغییرات	درجه آزادی	رطوبت میوه	مواد جامد محلول	اسید غالب میوه
	تیمار	۴	۰/۶۷	۱/۲۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	بلوک	۴	۰/۰۷^{ns}	۳/۴۵^{ns}	۰/ ۰۸^{ns}
	خطا	۸	۰/۰۶	۲/۸۷	۰/۱۵
	تیمار	۴	۰/۷۲	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	بلوک	۴	۰/۱۷^{ns}	۳/۰۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}
	خطا	۸	۰/۰۷	۲/۰۲	۰/۰۸
	تیمار	۴	۰/۴۵^{ns}	۰/۹۲^{ns}	۰/۰۳^{ns}
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	بلوک	۴	۰/۱۸^{ns}	۰/۸۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}
	خطا	۸	۰/۱۱	۰/۸۵	۰/۰۹

** معنی‌دار در احتمال سطح ۱٪، * معنی‌دار در احتمال سطح ۵٪، ^{ns} غیر معنی‌دار

جدول ٦- تجزیه واریانس صفات مختلف (کیفی) کیوی در تیمارهای مختلف در سطح ۷۰ درصد و در مراحل مختلف نمونه‌گیری

تاریخ نمونه‌گیری	منبع تغییرات	درجه آزادی	رطوبت میوه	مواد جامد محلول	اسید غالب میوه
	تیمار	۴	۰/۶۲**	۱/۰۲*	۰/۰۱*
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	بلوک	۴	۰/۰۶^{ns}	۳/۰۳^{ns}	۰/ ۰۱^{ns}
	خطا	۸	۰/۰۲	۲/۲۱	۰/۰۰
	تیمار	۴	۰/۵۷*	۰/۰۶	۰/۰۶*
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	بلوک	۴	۰/۱۲^{ns}	۲/۵۱^{ns}	۰/۰۰^{ns}
	خطا	۸	۰/۰۴	۱/۶۸	۰/۰۳
	تیمار	۴	۰/۲۸^{ns}	۰/۷۶**	۰/۰۰^{ns}
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	بلوک	۴	۰/۱۲^{ns}	۰/۶۶^{ns}	۰/۰۴^{ns}
	خطا	۸	۰/۰۸	۰,۶۲	۰/۰۳

** معنی‌دار در احتمال سطح ۱٪، * معنی‌دار در احتمال سطح ۵٪، ^{ns} غیر معنی‌دار

جدول ۷-مقایسه میانگین خصوصیات کمی میوه در تیمارهای مورد آزمایش در سطح ۷۰ درصد

تاریخ نمونه‌گیری	تیمار	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
	FI	۱۱۰^{a}	۱۲۶/۱۶^{a}	۲۰/۰۱^{a}	۵۵/۰۲^{a}	۵۴^{a}	۶۸/۱۵^{a}
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	PRD_{70}	۸۹/۹۳^{b}	۱۰۸/۱۶^{b}	۱۷/۳۰^{a}	۴۹/۷۸^{b}	۴۹/۵۳^{a}	۶۲/۲۷^{b}
	DI_{70}	۸۶/۹۵^{c}	۹۵/۱۶^{c}	۱۵/۴۵^{b}	۴۸/۹۰^{b}	۴۵/۹۳^{b}	۶۱/۳۸^{b}
	FI	۱۱۴/۳۱^{a}	۱۲۷/۵۵^{a}	۱۹/۸۱^{a}	۵۳/۵۸^{a}	۵۱/۸۴^{a}	۶۵/۸۴^{a}
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	PRD_{70}	۱۰۴/۱۸^{b}	۱۱۷/۷۹^{b}	۱۹/۸^{b}	۵۲/۴۳^{ab}	۵۱/۱۸^{a}	۶۳/۴۶^{b}
	DI_{70}	۸۹/۹۳^{c}	۱۰۰/۱۵^{c}	۱۶/۴۹^{c}	۴۹/۸۸^{b}	۴۸/۴۲^{b}	۶۰/۹۹^{c}
	FI	۱۲۶/۱۶^{a}	۱۴۵/۷۸^{a}	۲۲/۴۲^{a}	۵۸/۸۸^{a}	۵۶/۴۲^{a}	۷۱/۹۹^{a}
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	PRD_{70}	۱۰۴/۸۱^{b}	۱۱۷/۷۰^{b}	۱۸/۹۱^{b}	۵۱/۶۴^{a}	۵۰/۹۶^{a}	۶۴/۲۹^{a}
	DI_{70}	۹۱/۸۳^{c}	۱۰۲/۴۶^{c}	۱۶/۷۲^{c}	۵۱/۳۰^{a}	۴۸/۷۷^{a}	۶۰/۵۴^{a}

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

جدول۸- مقایسه میانگین خصوصیات کمی میوه در تیمارهای مورد آزمایش در سطح ٦٠ درصد

تاریخ نمونه‌گیری	تیمار	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	FI	۱۱۰ a	۱۲۶/۱۶ b	۲۰/۰۱ c	۵۵/۰۲ a	۵۴ b	۶۸/۱۵ c
	PRD_{60}	۹۹/۰۱ a	۱۲۵/۹۶ b	۱۹/۹۸ c	۵۶/۵۴ a	۵۳/۹۱ b	۶۷/۷۱ c
	DI_{60}	۹۸/۸۶ a	۱۲۴/۹۴ b	۱۹/۸۲ c	۵۴/۹۷ a	۵۳/۰۹ b	۶۷/۰۹ c
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	FI	۱۱۴/۳۱ a	۱۲۷/۵۵ b	۱۹/۸۱ c	۵۳/۵۸ a	۵۱/۸۴ b	۶۵/۸۴ c
	PRD_{60}	۱۱۴/۰۶ a	۱۲۶/۹۹ b	۱۹/۶۳ c	۵۳/۰۱ a	۵۱/۰۹ b	۶۵/۰۸ c
	DI_{60}	۱۱۳/۹۶ a	۱۲۶/۶۱ b	۱۸/۶۹ c	۵۲/۹۳ a	۵۰/۳۲ b	۶۴/۹۷ c
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	FI	۱۲۶/۱۶ a	۱۴۵/۷۸ b	۲۲/۴۲ c	۵۸/۸۸ a	۵۶/۴۲ b	۷۱/۹۹ c
	PRD_{60}	۱۲۶/۰۰ a	۱۴۵/۲۱ b	۲۱/۹۲ c	۵۸/۲۰ a	۵۶/۰۰ b	۷۱/۵۲ c
	DI_{60}	۱۲۵/۹۶ a	۱۴۴/۹۸ b	۲۱/۶۶ c	۵۷/۹۸ a	۵۵/۶۳ b	۷۰/۸۷ c

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

جدول ۹- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی میوه در تیمارهای مورد آزمایش در سطح ٦٠ درصد

تاریخ نمونه‌گیری	تیمار	رطوبت میوه	مواد جامد محلول	اسید غالب میوه
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	FI	۸۵/۹۶ a	۶/۹۰ b	۱/۸۰ c
	PRD_{60}	۸۴/۹۷ a	۷/۶۸ b	۱/۷۵ c
	DI_{60}	۸۴/۳۹ a	۷/۸۸ b	۱/۷۰ c
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	FI	۸۵/۷۹ a	۷/۳۱ b	۱/۸۶ c
	PRD_{60}	۸۵/۵۰ a	۷/۶۵ b	۱/۸۴ c
	DI_{60}	۸۵/۰۵ a	۷/۵۸ b	۱/۸۰ c
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	FI	۸۵/۶۰ a	۷/۳۷ b	۱/۸۰ c
	PRD_{60}	۸۵/۳۳ a	۷/۳۱ b	۱/۷۸ c
	DI_{60}	۸۵/۱۱ a	۷/۳۵ b	۱/۷۶ c

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

جدول ۱۰- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی میوه در تیمارهای مورد آزمایش در سطح ۷۰ درصد

تاریخ نمونه‌گیری	تیمار	رطوبت میوه	مواد جامد محلول	اسید غالب میوه
۱۳۹۶/۰۵/۱۹	FI	۸۵/۹۶a	۶/۹۰a	۱/۸۰a
	PRD_{70}	۸۳/۹۵b	۷/۴۷a	۱/۶۶a
	DI_{70}	۷۹/۵۷b	۷/۹۶a	۱/۵۴a
۱۳۹۶/۰۶/۰۲	FI	۸۵/۷۹a	۷/۳۱a	۱/۸۶a
	PRD_{70}	۷۹/۶۶b	۷/۱۹a	۱/۵۲a
	DI_{70}	۷۹/۴۱b	۷/۳۴a	۱/۴۰a
۱۳۹۶/۰۶/۱۵	FI	۸۵/۶۰a	۷/۳۷a	۱/۸۰a
	PRD_{70}	۷۹/۷۲a	۷/۹۵a	۱/۵۶a
	DI_{70}	۷۹/۴۸a	۸a	۱/۶۷a

با بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری خشکی ناحیه ریشه روی انگور، افزایش در کیفیت میوه در مقایسه با آبیاری کامل را گزارش نمودند (Dosantos et al., 2003). بر اساس پژوهش انجام شده توسط چارتزولاکیس و همکاران پس از اعمال تنش آبی روی درختان کیوی، کاهش معنی‌دار در رویش قسمت‌های هوایی گیاه تحت تنش گزارش شده است. در عین حال، کاهش سطح برگ نیز به‌عنوان یک واکنش در مقابل تنش آبی گزارش شده است. کل وزن خشک میوه‌های کیوی تحت تنش آبی تا مقدار ۶۰ تا ۶۵ درصد کاهش پیدا کرد.(Chartezolakis et al., 1993)

با بررسی صفت درصد رطوبت میوه، در تمامی مراحل، بیش‌ترین

مقدار مربوط به آبیاری کامل و کم‌ترین مقدار مربوط به کم‌آبیاری تنظیم شده با سطح ۶۰ درصد بود. تنش کم‌آبی، میزان رطوبت میوه را کاهش می‌دهد.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین خصوصیات کمی میوه در مراحل نمونه‌گیری در سطح ۷۰ درصد

تاریخ نمونه‌گیری	تیمار	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
FI	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۱۱۰^{a}	۱۲۶/۱۶^{a}	۲۰/۰۱^{a}	۵۵/۰۲^{a}	۵۴^{a}	۶۸/۱۵^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۱۱۴/۳۱^{a}	۱۲۷/۵۵^{a}	۱۹/۸۱^{a}	۵۳/۵۸^{a}	۵۱/۸۴^{a}	۶۵/۸۴^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۱۲۶/۱۶^{a}	۱۴۵/۷۸^{a}	۲۲/۴۲^{a}	۵۸/۸۸^{a}	۵۶/۴۲^{a}	۷۱/۹۹^{a}
PRD_{70}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۹/۹۳^{b}	۱۰۸/۱۶^{b}	۱۷/۳۰^{a}	۴۹/۷۸^{b}	۴۹/۵۳^{a}	۶۲/۲۷^{b}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۱۰۴/۱۸^{b}	۱۱۷/۷۹^{b}	۱۹/۸^{b}	۵۲/۴۳^{ab}	۵۱/۱۸^{a}	۶۳/۴۶^{b}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۱۰۴/۸۱^{b}	۱۱۷/۷۰^{b}	۱۸/۹۱^{b}	۵۱/۶۴^{a}	۵۰/۹۶^{a}	۶۴/۲۹^{a}
DI_{70}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۶/۹۵^{c}	۹۵/۱۶^{c}	۱۵/۴۵^{b}	۴۸/۹۰^{b}	۴۵/۹۳^{b}	۶۱/۳۸^{b}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۸۹/۹۳^{c}	۱۰۰/۱۵^{c}	۱۶/۴۹^{c}	۴۹/۸۸^{b}	۴۸/۴۲^{b}	۶۰/۹۹^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۹۱/۸۳^{c}	۱۰۲/۴۶^{c}	۱۶/۷۲^{c}	۵۱/۳۰^{a}	۴۸/۷۷^{a}	۶۰/۵۴^{a}

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

جدول ۱۲- مقایسه میانگین خصوصیات کمی میوه در مراحل نمونه‌گیری در سطح ۶۰ درصد

تاریخ نمونه گیری	تیمار	حجم میوه	وزن میوه تازه	وزن میوه خشک	اندازه میوه (بعد x)	اندازه میوه (بعد y)	اندازه میوه (بعد z)
FI	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۱۱۰	۱۲۶/۱۶	۲۰/۰۱	۵۵/۰۲	۵۴	۶۸/۱۵
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۱۱۴/۳۱	۱۲۷/۵۵	۱۹/۸۱	۵۳/۵۸	۵۱/۸۴	۶۵/۸۴
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۱۲۶/۱۶	۱۴۵/۷۸	۲۲/۴۲	۵۸/۸۸	۵۶/۴۲	۷۱/۹۹
PRD_{60}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۱۰۹/۴۸	۱۲۵/۸۶	۱۹/۹۸	۵۴/۹۴	۵۳/۳۱	۶۷/۷۱
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۱۱۳/۹۱	۱۲۶/۳۹	۱۹/۴۳	۵۳/۰۱	۵۰/۷۹	۶۶
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۱۲۵/۷۸	۱۴۴/۹۱	۲۱/۹۲	۵۸	۵۵/۶۰	۷۰/۹۲
DI_{60}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۱۰۹	۱۲۵/۱۴	۱۸/۸۲	۵۳/۷۵	۵۲/۷۹	۶۶/۹۲
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۱۱۳/۴۶	۱۲۵/۹۱	۱۹/۰۹	۵۲/۶۳	۵۰/۳۲	۶۵/۵۷
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۱۲۵/۱۶	۱۴۴/۰۸	۲۰/۹۶	۵۷/۴۰	۵۴/۹۳	۶۹/۱۷

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

جدول ۱۳- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی میوه در مراحل نمونه‌گیری در سطح ۶۰ درصد

تیمار	تاریخ نمونه‌گیری	رطوبت میوه (٪)	مواد جامد محلول (٪)	اسید غالب میوه (٪)
FI	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۵/۹۶^{a}	۶/۹۰^{b}	۱/۸۰^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۸۵/۷۹^{a}	۷/۳۱^{b}	۱/۸۶^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۸۵/۶۰^{a}	۷/۳۷^{b}	۱/۸۰^{c}
PRD_{60}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۵/۶۷^{a}	۷/۶۸^{b}	۱/۷۵^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۸۵/۵۰^{a}	۷/۶۵^{b}	۱/۸۴^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۸۵/۳۳^{a}	۷/۳۱^{b}	۱/۷۸^{c}
DI_{60}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۵/۱۹^{a}	۷/۸۸^{b}	۱/۷۰^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۸۵/۰۵^{a}	۶/۷۸^{b}	۱/۸۰^{c}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۸۵/۱۱^{a}	۷/۳۵^{b}	۱/۷۶^{c}

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

جدول ١٤- مقایسه میانگین خصوصیات کیفی میوه در مراحل نمونه‌گیری در سطح ۷۰ درصد

تیمار	تاریخ نمونه‌گیری	رطوبت میوه (٪)	مواد جامد محلول (٪)	اسید غالب میوه (٪)
FI	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۵/۹۶^{a}	۶/۹۰^{a}	۱/۸۰^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۸۵/۷۹^{a}	۷/۳۱^{a}	۱/۸۶^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۸۵/۶۰^{a}	۷/۳۷^{a}	۱/۸۰^{a}
PRD_{70}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۸۳/۹۵^{b}	۷/۴۷^{a}	۱/۷۰^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۷۹/۶۶^{b}	۷/۱۹^{a}	۱/۵۲^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۷۹/۷۲^{a}	۷/۹۵^{a}	۱/۴۰^{a}
DI_{70}	۱۳۹۶/۰۵/۱۹	۷۹/۵۷^{b}	۷/۹۶^{a}	۱/۶۵^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۰۲	۷۹/۴۱^{b}	۷/۳۴^{a}	۱/۵۶^{a}
	۱۳۹۶/۰۶/۱۵	۷۹/۴۸^{a}	۸^{a}	۱/۶۷^{a}

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

بیش‌تر بودن مقدار رطوبت در آبیاری خشکی ناحیه ریشه نسبت به کم‌آبیاری تنظیم شده در هر دو سطح ۶۰ و ۷۰ درصد، را می‌توان به تغییر سریع الگوی جذب در آبیاری خشکی ناحیه ریشه از نقاط خشک‌تر ناحیه ریشه و شروع جذب ترجیحی آب از نقاط با رطوبت خاک بیش‌تر نسبت داد (Green And Clothir., 1995). تغییرات مقدار رطوبت بین مراحل اول تا سوم در ۵ تیمار آبیاری حالت نزولی دارد که این کاهش در تیمار آبیاری کامل معنی‌دار بوده است. در تمام مراحل برداشت میوه، تیمارهای کم‌آبیاری در هر دو سطح شامل مقادیر بیش‌تری از میزان مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد بودند و براساس مقایسات آماری انجام گرفته، اختلاف معنی‌داری در هیچکدام از مراحل نمونه‌گیری و تیمارهای کم‌آبیاری وجود نداشت. بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول در تیمار کم‌آبیاری تنظیم‌شده با سطح ۶۰ درصد و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار آبیاری کامل است. با مقایسه تیمارهای آبیاری در دو سطح ۶۰ و ۷۰ درمی‌یابیم که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری در سطح ۶۰ درصد و تیمار آبیاری کامل وجود ندارد و داده‌ها بسیار نزدیک به یکدیگر هستند؛ اعمال تیمارهای کم‌آبیاری ضمن بهبود کیفیت میوه، موجبات صرفه-جویی در مصرف آب را در شرایط کم‌آبی فراهم می‌کند (چراغی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی (Miller et al., 1998) روی کیوی، در تیمار تنش زود هنگام آب آبیاری، یک افزایش موقت در کربوهیدرات‌های محلول برگ و میوه مشاهده شد. (Dosantos et al., 2003). با بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شده و آبیاری خشکی ناحیه ریشه روی انگور، افزایش در کیفیت میوه در مقایسه با آبیاری کامل را گزارش نموده‌اند. بررسی‌های سایر محققین نیز معنی‌دار بودن اثر آبیاری خشکی ناحیه ریشه را روی مواد جامد محلول نتیجه داده است. برای مشخصه اسید غالب میوه، در هیچکدام از مراحل، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری مشاهده نشد. در مقایسه بین مقادیر مربوط به صفت ابعاد میوه در سه بعد x، y و z در هر سه مرحله از نمونه‌گیری، بیشینه و کمینه به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل و کم‌آبیاری تنظیم شده وجود داشت. برای مقادیر ابعاد میوه در بعد x، در مراحل اول و دوم اختلاف معنی‌داری بین تیمارآبیاری کامل و تیمارهای سطح ۷۰ درصد وجود دارد. بیش‌ترین مقدار برای بعد z مربوط به تیمار آبیاری کامل است و در مرحله اول از نمونه‌گیری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری کامل و دو تیمار دیگر در سطح ۷۰ درصد وجود دارد. براساس مقایسه‌های انجام شده بین مراحل دوم و سوم از نمونه‌گیری (جداول ۱۱ تا ۱۴)، برای تیمارهای آبیاری در سطح ۷۰ درصد، تنها سه مقایسه معنی‌دار شد که این اختلاف‌های معنی‌دار مربوط به صفت وزن میوه خشک برای تیمار آبیاری کامل، بعد z برای تیمار آبیاری خشکی ناحیه ریشه و اسیدیته غالب میوه در کم‌آبیاری تنظیم شده بود. از آنجایی که در مقایسه‌های دیگر، اختلاف معنی‌داری بین مراحل دوم و سوم از نمونه‌گیری وجود نداشت، می‌توان نتیجه گرفت که نتایج کمی و کیفی میوه مربوط به مراحل دوم و سوم یکسان است. برای تیمارهای آبیاری در سطح ۶۰ درصد نیز هیچ اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل وجود ندارد و داده‌ها بسیار نزدیک به هم هستند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه بین صفات میوه در تیمارهای آبیاری، در می‌یابیم هنگاهی که گیاه آب مورد نیاز خود را به‌طور کامل دریافت کند، بهترین نتایج حاصل می‌شود. نزدیک‌ترین نتایج به تیمار آبیاری کامل، مربوط به تیمار آبیاری در سطح ۶۰ درصد و روش آبیاری خشکی ناحیه ریشه است که ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، امکان استفاده بهتر از رطوبت موجود در خاک را علیرغم تنش رطوبتی فراهم می‌کند. بنابراین در شرایط مواجهه با بحران و تنش آبی، استفاده از این روش آبیاری جهت نیل به یک کشاورزی پایدار توصیه می‌شود. همچنین بررسی و مقایسه مراحل مختلف نمونه‌گیری، این موضوع را آشکار می‌سازد که تفاوتی بین مراحل دوم

و سوم وجود ندارد که با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی بهینه، می‌توان برداشت محصول را در مرحله دوم انجام داد؛ که این برداشت زودتر خود فوایدی از لحاظ جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سرمای زود هنگام را دارا می‌باشد و موجب کاهش هزینه‌ها نیز میشود.

منابع

الباجی،م. ۱۳۸۹. بررسی اثر روش‌های آبیاری معمولی، کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری به صورت خشکی موضعی ریشه بر بهره‌وری آب و کارایی مصرف آب آفتابگردان. پایان‌نامه دکتری رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۱۸ص.

چراغی‌زاده،م.، شاهنظری،ع.، ضیا تبار احمدی،م و آقاجانی مازندرانی،ق. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد میوه کیوی تحت تنش ناشی از اعمال کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری خشکی ناحیه ریشه، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۱. ۱: ۱۹۷-۱۸۱

دولت بانه،ح. و نورجو،ا. ۱۳۹۰. اثر کم‌آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره‌وری مصرف آب سه رقم انگور. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲۷. ۴: ۴۳۵-۴۵۰

سرائی تبریزی،م.، بابازاده،ح.، پارسی نژاد،م و مدرس ثانوی،س.ع. ۱۳۸۹. بهبود کارایی مصرف آب سویا با استفاده از آبیاری بخشی منطقه ریشه، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. علوم آب و خاک.۱۴. ۵۲. : ۱ - ۱۳

قدمی فیروز آبادی،ع.، رائینی،م.، شاهنظری،ع و زارع ابیانه،ح. ۱۳۹۲. تغییرات شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و پارامترهای ریشه گیاه آفتابگردان در کم‌آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری خشکی ناحیه ریشه، فناوری تولیدات گیاهی. ۶ . ۱: ۶۹-۷۹

محمدیان،م و اسحاقی تیموری.ر. ۱۳۷۸. مدیریت کشاورزی و ارزش غذایی کیوی. چاپ بانک ملی ایران. ۱۱۸ ص.

Chartzoulakis,K., Noitsakis,B and Therios,I. 1993. Photosynthesis, plant growth and dry matter distribution in kiwifruit as influenced by water deficits. Irrigation Science. 14: 1-5.

Davies,W.J. and Hartung,W. 2004. Has extrapolation from biochemistry to crop functioning worked to sustain plant production under water scarcity? In: Proceedings of the fourth international crop science congress, Brisbane, Australia, September 26-October 1, 2004.

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.

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.

Dry,P.R., Loveys, B.R and Duering,H. 2000. Partial drying of the root-zone of grape. Transient changes in shoot growth and gas exchange. Vitis. 39.1: 3-8.

FAO. 2005. www.fao.org. Economic and social department the statistics division, food and agricultural organization of the United Nations.

Ginestar,C. and Castel,J.R. 1996. Responses of young clementine citrus trees to water stress during different phonological periods. Journal of Horticultural Science. 71: 4. 551-559.

Stoll,M., Loveys,B and Dry,P. 2000. Hormonal changes induced by partial root zone drying of irrigated grapevine. Journal of Experimental Botany. 51: 1627-1634.

Green,S.R and Clothier, B.E. 1995. Root water uptake by kiwifruit vines following partial wetting of the root zone. Plant and Soil. 173: 317-328.

Kirda,C., Cetin, M., Dasgan,Y., Topcu,S., Kaman,H., Ekici,B., Derici,M.R and Ozguven,A.I. 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management. 69: 191-201.

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.

Mostert,P.G., Zyl-JL,V and Verhoyn,M.N.J. 2000. Gains in citrus fruit quality through regulated irrigation. 25th International Hort. Cong, Brussels, Belgium. Acta Horticulturae. 516: 123-130.

Stoll,M., Loveys,B. and Dry,P. 2000. Hormonal changes induced by partial root zone drying of irrigated grapevine. Journal of Experimental Botany. 51: 1627-1634.

Ginestar,C and Castel,J.R. 1996. Responses of young clementine citrus trees to water stress during different phonological periods. Journal of Horticultural Science. 71: 4. 551-559.

Xu,H.L., Qin,F.F., Du,F.L., Xu,Q.C., Wang,R., Shah,R.P., Zhao,A.H., Li,F.M. 2009. Applications of xerophytophysiology in plant production – Partioal root drying improve tomato crops. Journal of Food, Agriculture and Enviroment. 7. 3-4:981-988.

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.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 588-598

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۹۸-۵۸۸

The Effect of Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying on Qualitative and Quantitative Characteristics of Kiwi Fruit

A.Ahmadi[1], A.Shahnazari[2*], M.Ziatabar Ahmadi[3], A.Firouzabadi[4]
Recived: Dec.23, 2017 Accepted: Jan.13, 2017

Abstract

Deficit irrigation as a tension producing factor effects on vegetative and physiological characteristics of plants. In order to investigate the effect of the amount of irrigation water and the method of applying deficit irrigation practices on the yield, quantitative and qualitative parameters a Hayward cultivar Kiwi, experiment was made on of Hadishahr (5 kilometers from Babolsar) with 5 treatments and 3 replications during 2 growing years. The treatments under investigations were full irrigation (100% water consumption requirement), deficit irrigation (DI) at 2 levels of 60% and 70%, partial root drying irrigation (PRD) at 2 levels of 60% and 70%, respectively. Investigations of the effect of treatments was measuring quantitative and qualitative measurements of fruit samples including: volume, fruit size in different directions, fresh and dry weight, moisture content, treatable acidity and soluble solid materials in each processing stage. The amount of water consumption of irrigation treatment in full irrigation in total growing season and applying deficit irrigation were 239 and 141 mm, respectively. The water savings in deficit irrigation treatments were respect to total irrigation at the level of 70% was 15.33% and 25.26% in the whole period of irrigation and the duration of applying irrigation treatments, and 16.79% and 25.75% respectively in irrigation treatments. Based on the mean comparison between irrigation treatments in harvesting stage, the effect of treatments on fresh and dry weight, volume and Y dimensions were meaningful but not in X dimension, soluble solid materials, moisture content and dominant fruit acidity. The results indicate that applying deficit irrigation treatments not only improve fruit quality, but only is an approach for improvement of water crisis and reaching a sustainable agriculture.

Key words: water stress, incomplete irrigation, Hayward

1- Ph.D Student of Irrigation and Drainage, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Professor of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Professor of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
4- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran
(* - Corresponding Author Email: aliponh@yahoo.com).