

بررسی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد و کیفیت ارقام گوجه فرنگی تحت کاشت نشایی

محمدعلی شاهرخ نیا^{1*}، مریم شاه امیریان²، عبدالمطلب علیان غیائی³

تاریخ دریافت: 1394/12/3 تاریخ پذیرش: 1395/3/19

چکیده

گوجه فرنگی یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی استان فارس می‌باشد. تحقیقات پیشین نشان می‌دهد میزان آب مصرفی گوجه فرنگی در سیستم‌های آبیاری سطحی با مدیریت سنتی بسیار بالا و بهره‌وری پایین است. در این تحقیق تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی سه رقم گوجه فرنگی تحت سیستم آبیاری قطره‌ای نواری در قالب بلوک کامل تصادفی بررسی گردید. آزمایش در یکی از مزارع شهرستان مرودشت که بافت خاک آن نسبتاً سنگین بود انجام شد. مقادیر 60، 80، 100 و 120 درصد نیاز آبی گوجه فرنگی بر اساس روش پنمن مانیتیت محاسبه و به مزرعه داده شد. یک تیمار آبیاری با مدیریت کشاورز نیز در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد به طور کلی با افزایش میزان آب آبیاری میزان عملکرد افزایش می‌یابد. بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار نیاز آبی 80% به میزان 11/66 تا 14/21 کیلوگرم بر متر مکعب در ارقام مختلف مشاهده گردید. با افزایش آب آبیاری، میزان مواد جامد محلول کاهش و درصد آب میوه افزایش یافت که این تغییرات در بعضی از حالات از نظر آماری معنی‌دار نگردید. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد مربوط به ارقام سوپراوربانا و کینگستون بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری گوجه فرنگی، روش پنمن مانیتیت، کیفیت محصول

مقدمه

مطلوب مصرف آب در مزارع از جمله دلایلی هستند که پایداری تولید محصول گوجه فرنگی را تهدید نموده است. استفاده بیش از حد آب، نه تنها هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهد بلکه ممکن است به دلیل شستشوی عناصر غذایی خاک، بر کمیت و کیفیت محصول تولیدی تأثیر منفی داشته باشد. از سوی دیگر کاشت نشایی گوجه فرنگی به جای کاشت بذری، در استان فارس در حال گسترش است. آبیاری بهینه مزارع گوجه فرنگی، موجب کاهش مصرف آب و اثراتی بر عملکرد و کیفیت میوه تولیدی خواهد شد که نیاز به بررسی بیش‌تر دارد.

علیزاده و همکاران (1379) بر مبنای مقادیر مختلف درصد تبخیر از تشت، اثر روش آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای را بر عملکرد گوجه فرنگی در مشهد مورد بررسی قرار دادند. بیش‌ترین عملکرد مربوط به آبیاری قطره‌ای 100 درصد با 4956 مترمکعب در هکتار بود. در این شرایط میزان محصول حدود 8 درصد بیش‌تر از آبیاری جویچه‌ای با آب مصرفی 9680 مترمکعب در هکتار بود. کاهش آب به میزان 25 و 50 درصد عملکرد را در روش جویچه‌ای به ترتیب 28 و 64 و در روش قطره‌ای به ترتیب 35 و 68 درصد کاهش داد. در هر حالت کارایی مصرف آب در روش قطره‌ای دو برابر روش جویچه‌ای بود.

گوجه فرنگی یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور می‌باشد. سالیانه حدود 22000 هکتار از اراضی زراعی استان فارس به کشت گوجه فرنگی اختصاص می‌یابد. بررسی‌ها نشان داده است که کشاورزان بیش از حد مورد نیاز به گوجه فرنگی آب می‌دهند. آبیاری بی‌رویه گوجه فرنگی، علاوه بر تهدید جدی منابع آب، ممکن است بر کمیت و کیفیت محصول گوجه فرنگی نیز تأثیر گذار باشد. نیاز آبی نسبتاً بالای گوجه فرنگی، کمبود آب در سال‌های اخیر و عدم مدیریت

- 1- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز
 - 2- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز
 - 3- کارشناس ارشد بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز
- (* - نویسنده مسئول: (Email: mashahrokh@yahoo.com)

پنمن مانیتیت، بهترین عملکرد و کارایی مصرف آب را به دست می‌دهد. میزان تبخیر و تعرق برآورد شده در گلخانه 75 تا 80 درصد تبخیر و تعرق در مزرعه مستقر در هوای آزاد بود. در طول دوره تحقیق به علت گرفتگی قطره چکان‌ها، یکنواختی توزیع آب قطره-چکان حدود 3 درصد و میزان دبی 5 تا 10 درصد کاهش یافت و توصیه شد که در طول هر دوره کشت حداقل یک مرتبه قطره‌چکان‌ها تمیز شوند (Salokhe et al., 2005). در مورد تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری و عمق کارگذاری لوله آبیاری قطره‌ای بر عملکرد کمی و کیفی گوجه فرنگی، هیچ کدام از عوامل مورد بررسی بر تراکم طولی ریشه یا طول ریشه اثر مستقیم نداشتند. مقدار آب آبیاری بر عملکرد در هکتار و مواد جامد محلول اثر معکوس داشت و عمق کارگذاری لوله‌های آبیاری تفاوتی در عملکرد ایجاد نکرد (Machado and Oliveira., 2005). در اردن تحقیقاتی بر روی ضریب گیاهی گوجه فرنگی انجام و با مقادیر به دست آمده از روش پنمن مانیتیت که توسط فائو ارائه شده، مقایسه گردید. مقادیر ضریب گیاهی به دست آمده در این تحقیق، در مراحل مختلف رشد، حدود 30 تا 40 درصد کم‌تر از مقادیر پیشنهادی توسط فائو بود. این امر به دلیل استفاده از روش آبیاری قطره‌ای و مالچ‌های پلاستیکی تیره رنگ بود. بنابراین مقادیر نیاز آبی واقعی در هر محل تابع شرایط محیطی است و نمی‌توان به مقادیر توصیه شده توسط فائو اطمینان کامل داشت (Amayreh and Al-Abed., 2005). در شیلی میزان آب مورد نیاز گوجه‌فرنگی برآورد و نتایج نشان داد که روش پنمن مانیتیت می‌تواند روش مناسبی برای محاسبه نیاز آبی گوجه فرنگی در آن شرایط باشد (Ortega-Farias et al., 2006). بررسی نیاز آبی گوجه فرنگی در دره سن واکین کالیفرنای آمریکا نشان داد که میزان عملکرد گوجه فرنگی در طی 35 سال در منطقه تا 53 درصد افزایش داشته است. میزان متوسط نیاز آبی گوجه فرنگی 648 میلی‌متر بود. میزان تبخیر و تعرق برآورد شده در زمان انجام تحقیق با تبخیر و تعرق در دهه 1970 تفاوت معنی‌داری نداشت که نشان می‌دهد کارایی مصرف آب در طی 35 سال افزایش داشته است (Hanson and May., 2006). در شمال کشور چین، تأثیر آبیاری در مکش‌های مختلف ماتریک خاک در گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. پس از استقرار گیاه، آبیاری در پنج تیمار در مکش‌های ماتریک 10، 20، 30، 40 و 50 کیلو پاسکال انجام شد. با افزایش مکش ماتریک، میزان تبخیر و تعرق و آب آبیاری کاهش، کارایی مصرف آب افزایش و میزان محصول بدون تغییر باقی ماند. در نهایت توصیه شد که گیاه گوجه فرنگی در مرحله استقرار، آب کافی دریافت نماید و توان مکش ماتریک 50 کیلوپاسکال را به‌عنوان شاخص مناسبی برای آبیاری در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای منطقه مورد مطالعه معرفی نمودند (Wang et al., 2007). استفاده از روش آبیاری قطره‌ای برای گوجه فرنگی در کشور برزیل، باعث کاهش آفات و مصرف آب گردید. در چهار منطقه برزیل

هر دو روش با کاهش آب، درصد آب میوه کاهش و درصد مواد جامد محلول افزایش یافت. در تحقیق گلکار و همکاران (1387) در کرج، حداکثر مقدار محصول و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در تیمار 100 درصد نیاز آبی به دست آمد. با کاهش مصرف آب به میزان 20، 40 و 60 درصد نیاز آبی، عملکرد محصول به ترتیب 24، 57 و 74 درصد کاهش یافت. صدراقین و همکاران (1389) اثر مقادیر مختلف آب در روش آبیاری قطره‌ای را بر عملکرد گوجه فرنگی در ورامین مورد بررسی قرار دادند. در مناطقی که محدودیت آب وجود نداشت، تأمین 100 درصد نیاز آبی گیاه بهترین عملکرد را نشان داد. در شرایط با محدودیت آب تأمین 75 درصد نیاز آبی برای حصول حداکثر کارایی مصرف آب پیشنهاد شد. میزان عملکرد محصول و آب مصرفی در تیمار 100 درصد نیاز آبی به ترتیب 49037 کیلوگرم در هکتار و 3920 متر مکعب در هکتار بود. شاهرخ نیا و همکاران (1389) مقادیر آب مصرفی گوجه فرنگی را در مزارع چند شهرستان استان فارس که تحت سیستم آبیاری سطحی سنتی بودند، اندازه‌گیری نمودند. میزان آب مصرفی گوجه فرنگی در شهرستان‌های مرودشت، پاسارگاد و ممسنی به ترتیب حدود 23000، 16000 و 24000 مترمکعب در هکتار و حدود 2 تا 3 برابر میزان مورد نیاز بود. مولوی و همکاران (1390) اظهار داشتند در صورتی که زمین عامل محدود کننده نباشد، با آبیاری سطحی یک در میان می‌توان سطح زیر کشت را به دو برابر افزایش داد و میزان محصول کل را بالا برد. در این شرایط کارایی مصرف آب در آبیاری یک در میان ثابت و متغیر به ترتیب 1/8 و 1/3 برابر آبیاری کامل شد. میزان مصرف آب در آبیاری کامل و یک در میان به ترتیب 3305 و 1652 لیتر در هر تیمار بود. جلینی (1390) سطح 80 درصد آب مصرفی با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به همراه استفاده از خاکپوش را بهترین تیمار آبیاری گوجه فرنگی در مشهد معرفی نمود. مقدار عملکرد در تیمارهای با و بدون خاکپوش حدود 13 تن در هکتار و در تیمارهای قطره‌ای سطحی و زیرسطحی حدود 12 تن در هکتار اختلاف داشتند.

در نیوزیلند اثر تنش آبی به صورت مرطوب کردن قسمتی از ریشه گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی سه حالت آبیاری کامل در دو طرف ریشه، نیم آبیاری در دو طرف ریشه و نیم آبیاری در یک طرف ریشه را مقایسه نمودند. تفاوت معنی‌داری در ماده خشک میوه در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. تعداد میوه و مقدار آب میوه در تیمارهای تنش دیده کاهش و غلظت مواد جامد محلول افزایش یافت. رنگ میوه در تیمارهایی که دو طرف ریشه آبیاری می‌شدند بیش‌تر بود. عملکرد ماده خشک و کیفیت میوه در تیمارهای تنش دیده باهم تفاوت نداشت (Zegbe-Dominguez et al., 2003). در تحقیق دیگری تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری بر گوجه فرنگی در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبیاری بر اساس 75 درصد میزان تبخیر و تعرق برآورد شده به روش

کمتر از 8 دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری بین دو روش آبیاری مشاهده نشد، ولی با افزایش شوری آب خصوصیات عملکردی گوجه فرنگی کاهش یافت (Kahlaoui et al., 2012).

نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که میزان آب آبیاری گوجه فرنگی تأثیر زیادی بر کمیت و کیفیت محصول داشته که در شرایط مختلف اقلیمی و مدیریتی نیاز به بررسی دارد. بنابراین در این تحقیق به بررسی اثرات مقادیر مختلف آب آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب و کمیت و کیفیت عملکرد سه رقم گوجه فرنگی در مرودشت استان فارس پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یکی از مزارع شهرستان مرودشت در استان فارس انجام شده است. مرودشت در 40 کیلومتری شمال غربی شهر شیراز واقع گردیده است. این شهرستان قطب کشاورزی استان فارس بوده و محصولات تولید شده در این شهرستان شامل گندم، جو و کلزای پاییزه و ذرت، گوجه‌فرنگی و صیفی‌جات در تابستان می‌باشد. این شهرستان دارای آب و هوای معتدل با متوسط بارندگی سالانه 300 میلی‌متر، متوسط دمای 17/3 و متوسط رطوبت نسبی 49 درصد می‌باشد. معمولاً بارندگی‌ها از پاییز تا فروردین ماه اتفاق می‌افتد و کشت‌های تابستانه کاملاً با آب زیرزمینی آبیاری می‌شوند. البته قسمتی از مزارع این منطقه توسط شبکه آبیاری سد درودزن آبیاری می‌گردد که در سال‌های اخیر به دلیل کم آبی به محصولات صیفی از سد درودزن آبی تخصیص نیافته است. مزرعه انتخاب شده برای تحقیق، با دارا بودن 35/2 درصد رس، 42/6 درصد سیلت و 22/2 درصد شن دارای بافت خاک لومی رسی (Clay Loam) با جرم مخصوص ظاهری 1/34 گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. در این مزرعه که با سیستم آبیاری قطره‌ای نواری آبیاری می‌شد، طول نوارهای آبیاری 45 متر، فاصله نوارها از یکدیگر 1/5 متر و فاصله قطره‌چکان‌ها روی نوار 20 سانتی‌متر بود. بوته‌های گوجه‌فرنگی در دو طرف لوله آبیاری به فاصله 30 سانتی‌متر از یکدیگر و 20 سانتی‌متر از نوار کشت شدند. ارقام مورد استفاده شامل سه رقم معمول منطقه یعنی سوپرچف (Super Chef) یا (C)، سوپر اوربانا (Super Urbana) یا (U) و کینگستون (Kingston) یا (K) بود. بذور این ارقام در گلخانه کشت و پس از 35 روز به منطقه انتقال داده شدند. طرح در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا گذاشته شد. تیمارهای اصلی شامل مقادیر مختلف آب آبیاری به میزان 60، 80، 100 و 120 درصد نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن مانیتیت و تیمارهای فرعی سه رقم ذکر شده بود. اطلاعات مورد نیاز برای برآورد نیاز آبی به روش پنمن مانیتیت از ایستگاه هواشناسی تخت جمشید اخذ گردید. مقادیر نیاز آبی برآورد شده فوق با در نظر گرفتن نیاز آبشویی 10% و راندمان آبیاری 90

در خصوص تحمل به خشکی گوجه فرنگی، گیاهانی که در مرحله رویشی دچار تنش بودند، 10 سانتی‌متر رشد ریشه بیش‌تر داشتند. ماکزیمم میزان محصول در مکش خاک 35، 15 و 12 کیلوپاسکال به ترتیب در مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی به دست آمد. تنش آبی در مرحله‌های ابتدایی و میانی تأثیری بر مواد جامد محلول میوه نداشت، اما در مرحله کامل شدن میوه باعث افزایش این شاخص کیفی شد (Marouelli and Silva., 2007). در تحقیقی واکنش گوجه‌فرنگی به آب شور را در دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. تمام خصوصیات عملکرد گوجه فرنگی به جز وزن هر میوه، در سیستم آبیاری قطره‌ای بهتر از آبیاری سطحی بود، به طوری که کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای حدود 33 درصد بیش‌تر از روش آبیاری سطحی بود. نتایج نشان داد مدیریت آبیاری گوجه‌فرنگی به ویژه در شرایط استفاده از آب شور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Malash et al., 2008). در ایتالیا تحقیقی در مورد تأثیر مقدار و دور آبیاری بر کمیت و کیفیت گوجه‌فرنگی انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاهش میزان آبیاری و افزایش دور آبیاری نه تنها باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود، بلکه خصوصیات کیفی محصول نیز افزایش می‌یابد. این نتایج به شرایط آب و هوایی و مدیریت سیستم آبیاری نیز وابستگی دارد. بنابراین در مناطق آب و هوایی مختلف باید تحقیقات بیش‌تری انجام شود (Favati et al., 2009). در تحقیقی در جنوب فلوریدای آمریکا در خصوص برنامه‌ریزی آبیاری محصولات مختلف، از تانسومتر، برآورد تبخیر و تعرق و روش آبیاری مرسوم آبیاری در دو سال استفاده شد. میزان آب مصرفی در دو تیمار اول 31 تا 36 درصد تیمار آبیاری مرسوم بود. خصوصیات رشد گیاهی و کارایی مصرف آب نیز در دو تیمار اول، بهتر از تیمار آبیاری مرسوم بود. در نهایت تیمارهای آبیاری بر اساس تانسومتر و تبخیر و تعرق به عنوان روش‌های برنامه‌ریزی مناسب برای آبیاری منطقه معرفی گردید (Migliaccio et al., 2010). در بررسی دیگری در ایتالیا، مدیریت آبیاری گوجه فرنگی در نقاط خشک و نیمه خشک بسیار مهم دانسته شد و به این نتیجه رسیدند که آبیاری گوجه‌فرنگی به اندازه 50 درصد میزان تبخیر و تعرق، باعث بیش‌ترین افزایش کیفیت میوه و کارایی مصرف آب می‌شود، ضمن اینکه محصول کاهش نمی‌یابد (Patane et al., 2011). در شمال چین بر روی آبیاری گوجه فرنگی در گلخانه تحقیقی انجام شد. کاهش 33 درصد تا 66 درصد در میزان آبیاری در مرحله گل‌دهی و رشد میوه، باعث کاهش مصرف آب، افزایش کارایی مصرف آب و افزایش کیفیت میوه گردید و عملکرد محصول کاهش نیافت. درحالی که کاهش میزان آبیاری در مرحله تکمیل میوه و برداشت، باعث کاهش 23 تا 41 درصدی عملکرد شد (Wang et al., 2011). در تونس عملکرد گوجه فرنگی در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، در یک خاک رس سیلتی را با استفاده از آب شور مورد بررسی قرار گرفت. در محدوده شوری آب

درصد تفاوت معنی‌داری داشته است. تفاوت تیمار تحت مدیریت زارع با تیمار 60 و 120 درصد نیز معنی‌دار نبوده است.

در خصوص میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب ارقام مختلف، مشاهده می‌گردد که در رقم سوپراوربانا (U)، تفاوت عملکرد تیمارهای 100 و 120 درصد باهم و تیمارهای تحت مدیریت زارع و 60 درصد نیز با هم معنی‌دار نبوده است. تفاوت عملکرد تیمار 80 درصد نیز با سایر تیمارها معنی‌دار نمی‌باشد. در خصوص بهره‌وری مصرف آب، فقط تفاوت تیمارهای 60 و 120 درصد معنی‌دار بوده و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. از نظر آماری و بر اساس شاخص بهره‌وری مصرف آب، به جز تیمار 120 درصد، بقیه تیمارها مناسب می‌باشند. بر اساس شاخص عملکرد می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای 80، 100 و 120 درصد نیاز آبی از سایر تیمارها مناسب‌ترند. بنابراین در مجموع می‌توان گفت که از نظر آماری دو تیمار 80 و 100 درصد نیاز آبی از سایر تیمارها مناسب‌ترند، لکن به علت مصرف آب کم‌تر در تیمار 80 درصد در مقایسه با تیمار 100 درصد، تیمار 80 درصد نیاز آبی بهترین تیمار می‌باشد. نتایج به دست آمده از رقم سوپرچف (C) نشان می‌دهد که عملکرد تیمار 60 درصد نیاز آبی به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کم‌تر است و عملکرد سایر تیمارها با هم تفاوت معنی‌داری ندارد. بهره‌وری مصرف آب در تیمار 80% بیش‌ترین و در تیمار 60% کم‌ترین مقدار را دارا است که البته این تفاوت‌ها در هر 5 تیمار از نظر آماری معنی‌دار نشده است. بنابراین در مجموع می‌توان گفت که با توجه به مصرف آب کم‌تر، تیمار 80 درصد نیاز آبی بهترین تیمار می‌باشد. نتایج مربوط به رقم کینگستون (K) نشان می‌دهد که عملکرد تیمار 60 درصد نیاز آبی به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کم‌تر می‌باشد. همچنین عملکرد تیمار 80 درصد نیاز آبی از تیمارهای 100 و 120 درصد نیاز آبی کم‌تر است. عملکرد تیمار تحت مدیریت زارع تفاوت معنی‌داری با تیمارهای 80، 100 و 120 درصد ندارد. بهره‌وری مصرف آب کلیه تیمارها با هم، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشته است. بنابراین در مجموع، بهترین تیمار آبیاری در این رقم تیمار 100 درصد نیاز آبی می‌باشد. مقایسه عملکرد کلی رقم‌های مختلف (کینگستون، سوپر اوربانا، سوپرچف) نشان می‌دهد که اگرچه تفاوت عملکرد رقم‌های مختلف از نظر آماری معنی‌دار نشده، لکن بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد به ترتیب مربوط به رقم سوپر اوربانا (U) و کینگستون (K) می‌باشد. میانگین کلی عملکرد رقم‌ها و تیمارهای مختلف حدود 70 تن در هکتار بوده است. در خصوص بهره‌وری مصرف آب نیز نتایج مشابه عملکرد به دست آمد و تفاوت معنی‌داری بین رقم‌های مختلف مشاهده نگردید.

درصد در روش‌های آبیاری قطره‌ای، توسط کنتورهای واسنجی شده اندازه‌گیری و تحویل هر تیمار گردید. جزییات مربوط به محاسبه آب مورد نیاز توسط علیزاده (1379) بیان شده است. یک تیمار دیگر نیز که با مدیریت کشاورز آبیاری می‌شد به آزمایش اضافه شد. آبیاری به صورت هر چهار روز یکبار در همه تیمارها انجام می‌شد و فقط مقدار آب داده شده متفاوت بود. عملیات کاشت، داشت، کوددهی و برداشت، به جز آبیاری توسط کشاورز و به طور یکسان در تیمارهای آزمایش انجام گردید. محصول در دو مرحله برداشت و کیفیت میوه که شامل درصد مواد جامد محلول، ابعاد میوه و درصد آب میوه و اسیدیته می‌باشد، در دو مرحله بررسی شد (AOAC., 1990). نمونه‌های اخذ شده جهت بررسی کیفی محصول از کل محصول هر پلات به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SAS استفاده و تأثیر مقادیر مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی محصول گوجه فرنگی بررسی گردید.

نتایج و بحث

در جدول 1 مقادیر آب آبیاری مصرف شده، عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب برای سه رقم مورد بررسی آورده شده است. به منظور رعایت اختصار از علائم اختصاری نام ارقام استفاده شده است. میزان آب مصرفی در تیمارهای 60، 80، 100 و 120 درصد نیاز آبی به ترتیب حدود 3900، 5200، 6500، 7800 و در تیمار تحت مدیریت زارع 5500 متر مکعب در هکتار بود. البته مصرف آب کم‌تر در تیمار تحت مدیریت زارع به دلیل مدیریت بهینه آب آبیاری نبوده، بلکه به دلیل کاهش میزان آب چاه بوده است. به عبارت دیگر زارع مجبور به کم مصرف کردن آب شده است. عملکرد محصول تیمارها به دست آمده در این تیمارها نیز به ترتیب حدود 47، 69، 83، 85 و در تیمار تحت مدیریت زارع 67 تن در هکتار بود. بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای مورد بررسی به ترتیب 12/16، 13/25، 12/76، 10/89 و در تیمار تحت مدیریت زارع 12/18 کیلوگرم بر متر مکعب گردید. مقایسه متوسط مقادیر عملکرد رقم‌های مختلف نشان می‌دهد که به طور کلی با افزایش آب آبیاری میزان عملکرد نیز افزایش یافته است. اما تفاوت تیمار 120 و 100 درصد باهم و تفاوت تیمار تحت مدیریت زارع با تیمار 80 درصد در سطح 5% معنی‌دار نیست. ولی عملکرد تیمار 60 درصد از بقیه تیمارها به طور معنی‌داری کم‌تر است. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان بهره‌وری مصرف آب به ترتیب مربوط به تیمار 80 درصد و تیمار 120 درصد می‌باشد. تفاوت بهره‌وری تیمارهای 80 و 100 درصد معنی‌دار نیست، ولی این دو تیمار با تیمار آبیاری 120

جدول 1- مقادیر آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در تیمارها و ارقام مختلف

میانگین تیمار آبیاری (مترمکعب در هکتار)	عملکرد رقم (U)، (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد رقم (C)، (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد رقم (K)، (کیلوگرم در هکتار)	میانگین عملکرد ارقام (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (رقم (U)، متر مکعب)	بهره‌وری مصرف آب (رقم (C)، متر مکعب)	بهره‌وری مصرف آب (رقم (K)، متر مکعب)	میانگین بهره‌وری مصرف آب ارقام (کیلوگرم بر متر مکعب)
3894	57481 b	41111 b	43481 c	47358 c	10/56 a	14/76 a	11/17 a	12/16 ab
5192	73778 ab	72148 a	60519 b	68815 b	13/90 a	14/21 ab	11/66 a	13/25 a
6490	86889 a	83111 a	78370 a	82790 a	12/81 a	13/39 ab	12/08 a	12/76 a
7788	88593 a	84000 a	81852 a	84815 a	10/79 a	11/38 b	10/51 a	10/89 b
5508	68889 b	65630 a	66667 ab	67062 b	11/92 a	12/51 ab	12/10 a	12/18 ab

a, b, c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5% می‌باشد.

بررسی کیفیت محصول

کیفیت محصول در برداشت اول

جدول‌های 2 تا 4 خصوصیات کیفی میوه گوجه‌فرنگی در ارقام مختلف مورد بررسی، در برداشت اول محصول را نشان می‌دهد. بررسی کیفیت محصول رقم U در برداشت اول نشان می‌دهد که میزان PH تیمار 100% به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کم‌تر است و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد (جدول 2). میزان اسیدیته در تیمار 100% به طور معنی‌داری از تیمار 80% بیش‌تر است و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. میزان مواد جامد محلول تیمار تحت مدیریت زارع به طور معنی‌داری از تیمار

100% بیش‌تر و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. درصد آب میوه در تیمار تحت مدیریت زارع بیش‌ترین و بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. افزایش میزان درصد آب میوه در تیمار تحت مدیریت زارع می‌تواند به دلیل انجام آبیاری بیش‌تر در برداشت اول محصول باشد. از لحاظ وزن و حجم هر عدد میوه گوجه‌فرنگی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار 120 و 100 درصد بوده است. به طور کلی نمی‌توان نتیجه گرفت که افزایش یا کاهش مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی میوه این رقم داشته است.

جدول 2- خصوصیات کیفی محصول گوجه فرنگی رقم (U) در برداشت اول

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	3/33 ab	0/08 ab	4/31 a	64/47 bc	66/51 bc	64/12 b
80% نیاز آبی	3/46 ab	0/06 b	4/33 a	69/26 b	72/39 b	62/21 b
100% نیاز آبی	2/93 b	0/09 a	4/10a	58/40c	59/83 c	58/93 b
120% نیاز آبی	3/20ab	0/08 a	4/24 a	77/77 a	80/26 a	58/80 b
تحت مدیریت زارع	3/66 a	0/08 ab	4/25 a	68/18 b	70/96 b	73/62 a

a, b, c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5% می‌باشد.

به تیمار تحت مدیریت زارع و 60% می‌باشد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مواد جامد محلول مربوط در تیمار 60 و 120% دیده می‌شود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آب میوه به ترتیب مربوط به تیمارهای

طبق جدول 3، در رقم C بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار pH مربوط به تیمارهای 60% و تحت مدیریت زارع می‌باشد، در صورتی که در مورد اسیدیته نتیجه عکس بوده و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مربوط

محلول کاهش یافته است. با افزایش آب تا تیمار 100%، وزن و حجم هر عدد میوه و درصد آب میوه افزایش یافته است.

100 و 60% می‌باشد. از لحاظ وزن و حجم هر عدد میوه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار 100 و 60 درصد بوده است. به طور کلی با افزایش میزان آب، pH کاهش، اسیدیته افزایش، مواد جامد

جدول 3- خصوصیات کیفی محصول گوجه‌فرنگی رقم (C) در برداشت اول

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	4/20a	0/06 c	4/36a	51/84 c	53/91 c	54/95 b
80% نیاز آبی	3/80 b	0/08 b	4/24 bc	73/96 b	75/85 b	64/38 ab
100% نیاز آبی	3/30c	0/08 b	4/23 bc	88/63a	91/10a	68/40a
120% نیاز آبی	2/73 c	0/07 b	4/26 b	67/08 b	69/77 b	60/10ab
تحت مدیریت زارع	3/10 c	0/10 a	4/16 c	58/75 c	60/87 c	63/23 ab

a,b,c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5% می‌باشد

زارع و 120% و کم‌ترین آن مربوط به تیمار 60% است. از لحاظ وزن و حجم هر عدد میوه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار 120 و 100 درصد بوده است. به طور کلی می‌توان گفت با افزایش میزان آب، حجم و درصد آب میوه افزایش یافته است.

در رقم K، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار pH مربوط به تیمارهای 80 و 60% می‌باشد، ولی بین مقادیر اسیدیته تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد (جدول 4). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مواد جامد محلول نیز مربوط به تیمارهای 120 و 60% می‌باشد. از لحاظ درصد آب میوه بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار تحت مدیریت

جدول 4- خصوصیات کیفی محصول گوجه‌فرنگی رقم (K) در برداشت اول

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	2/93 c	0/09 a	4/04 c	72/70 b	74/28 bc	55/41 c
80% نیاز آبی	3/46 ab	0/07 a	4/36 a	79/34 ab	80/16 bc	59/80 b
100% نیاز آبی	3/26 b	0/08 a	4/20 b	63/69 b	64/77 c	61/40 b
120% نیاز آبی	3/66 a	0/08 a	4/22 b	69/21a	99/44 a	66/01 a
تحت مدیریت زارع	3/40 ab	0/07 a	4/29 ab	76/38 ab	84/88 ab	67/42 a

a,b,c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5% می‌باشد

مدیریت زارع و بیش‌ترین مقادیر مربوط به تیمارهای 80 و 120% است.

مقایسه کیفیت میوه بین ارقام مختلف

مقایسه خصوصیات کیفی میوه بین ارقام مختلف نشان می‌دهد که از نظر pH و اسیدیته، بین رقم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار مواد جامد محلول مربوط به ارقام C و U می‌باشد. بیش‌ترین مقدار درصد آب میوه مربوط به رقم U می‌باشد. از لحاظ وزن و حجم هر عدد میوه، بیش‌ترین مقادیر مربوط به رقم K است.

مقایسه کیفیت میوه در تیمارهای آبیاری

نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار pH مربوط به تیمار آبیاری 80% و 100% می‌باشد. اگرچه بیش‌ترین و کم‌ترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار 80 و 100% است، لکن تفاوت زیادی در بین تیمارها مشاهده نمی‌شود. از نظر درصد آب میوه تفاوت زیادی بین تیمارهای آبیاری مشاهده نشد. از لحاظ وزن و حجم هر عدد میوه، کم‌ترین مقادیر مربوط به تیمار 60 و تحت

کیفیت محصول در برداشت دوم

بررسی کیفیت محصول رقم U در برداشت دوم نشان می‌دهد به-جز اسیدیته و درصد آب میوه بقیه خصوصیات کیفی میوه در مقادیر مختلف آب آبیاری تفاوتی نداشته است (جدول 5). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان درصد آب میوه مربوط به تیمارهای 120 و 60% نیاز آبی است. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان اسیدیته مربوط به تیمارهای 60 و 80 درصد نیاز آبی است. طبق جدول 6، در برداشت دوم محصول رقم C، هیچ‌کدام از خصوصیات کیفی میوه با مقدار آب آبیاری تغییر نکرده است.

جدول 5- خصوصیات کیفی محصول گوجه فرنگی رقم (U) در برداشت دوم

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	4/00a	0/10 a	4/25 a	61/27 a	62/78 a	57/59 c
80% نیاز آبی	3/80 a	0/06 b	4/39 a	56/46 a	58/11 a	60/19 bc
100% نیاز آبی	3/33 a	0/07 ab	4/36 a	55/17 a	56/44 a	58/53 bc
120% نیاز آبی	3/46 a	0/08 ab	4/35 a	58/67 a	59/56 a	65/04 a
تحت مدیریت زارع	3/86a	0/07 ab	4/43 a	63/94 a	65/00 a	62/24 ab

a,b,c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی دار در سطح 5% می باشد

افزایش آب، مواد جامد محلول کاهش و درصد آب میوه افزایش یافته است. به طور کلی از نظر وزن و حجم میوه تفاوتی در تیمارهای آبیاری مشاهده نمی شود. با افزایش آب آبیاری درصد آب میوه افزایش و مواد جامد محلول کاهش یافته است. میزان اسیدیته در تیمار 60% بیش-ترین مقدار را دارا است.

در رقم K فقط مقادیر وزن و مواد جامد محلول میوه و درصد آب میوه دچار تغییر شده است (جدول 7). وزن هر عدد میوه در تیمار 60% کمترین مقدار را دارا است. درصد آب میوه نیز با افزایش مقدار آب آبیاری افزایش داشته است. میزان مواد جامد محلول با افزایش آب آبیاری کاهش یافته است. بنابراین می توان گفت که به طور کلی با

جدول 6- خصوصیات کیفی محصول گوجه فرنگی رقم (C) در برداشت دوم

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	3/86 a	0/10a	4/23 a	61/30 a	62/22 a	57/41 a
80% نیاز آبی	3/80 a	0/08a	4/37 a	49/85 a	51/66 a	57/92a
100% نیاز آبی	3/80 a	0/08 a	4/42 a	55/11a	56/11 a	59/88a
120% نیاز آبی	3/60 a	0/07a	4/43 a	60/05 a	61/89 a	60/55 a
تحت مدیریت زارع	3/66 a	0/08a	4/43 a	59/86 a	61/11a	61/10 a

a,b,c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی دار در سطح 5% می باشد

جدول 7- خصوصیات کیفی محصول گوجه فرنگی رقم (K) در برداشت دوم

تیمار	مواد جامد محلول	اسیدیته	PH	متوسط وزن هر عدد (گرم)	متوسط حجم (سی سی)	درصد آب میوه
60% نیاز آبی	4/33 a	0/10 a	4/24 a	58/087 b	58/89 a	57/59 b
80% نیاز آبی	4 ab	0/10 a	4/29 a	66/92 ab	68/11 a	61/67 ab
100% نیاز آبی	3/60 ab	0/08 a	4/38 a	57/16 b	57/78 a	63/74 a
120% نیاز آبی	3/06 b	0/07 a	4/40 a	60/82 ab	62/22 a	65/77 a
تحت مدیریت زارع	4/46 a	0/09 a	4/30 a	69/33 a	70 a	62/85 ab

a,b,c: حروف مشابه در هر ستون به معنی عدم تفاوت معنی دار در سطح 5% می باشد

بیشترین و کمترین میزان عملکرد به ترتیب مربوط به رقم سوپر اوربانا (U) و کینگستون (K) بود. تفاوت در بهره‌وری مصرف آب تیمارهای مختلف نیز از نظر آماری معنی دار نگردید، لیکن بررسی آماری میانگین کلی بهره‌وری مصرف آب نشان می دهد که بهره‌وری مصرف آب تیمارهای 80 و 100 درصد از تیمار 120 درصد بیش تر شده است. در تیمار آبیاری تحت مدیریت زارع، میزان آب مصرفی نزدیک به میزان آب مصرفی در تیمار نیاز آبی 80% بوده، لکن به دلیل عدم منظم بودن آبیاری، میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آن نسبت به تیمار نیاز آبی 80% کم تر است. بررسی کیفی میوه نشان می دهد

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش آب آبیاری میزان محصول گوجه فرنگی در تیمارهای مختلف افزایش می یابد. اما بیش-ترین میزان بهره‌وری مصرف آب در تیمار نیاز آبی 80% بوده و با افزایش میزان آب آبیاری از این حد، اگرچه میزان محصول افزایش یافته، لیکن میزان بهره‌وری مصرف آب کاهش می یابد. در منطقه مورد بررسی می توان گوجه فرنگی را با آبی معادل 5200 تا 6500 متر مکعب در هکتار در تیمارهای 80 و 100 درصد نیاز آبی آبیاری نمود. تفاوت عملکرد رقم‌های مختلف از نظر آماری معنی دار نشد، لیکن

Chemists. Washington, DC. 15th ed.

Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Tommaso, T. Di and Candido, V. 2009. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling, *Scientia Horticulturae*. 122: 562-571.

Hanson, B. and May, D. 2006. Crop evapotranspiration of processing tomato in the San Joaquin Valley of California, USA. *Irrigation Science*. 24: 211-221.

Kahlaoui, B., Hachicha, M., Rejeb, S. Rejeb, M. N. 2012. Effect of drip and subsurface drip irrigation with saline water on tomato crop. *Crop Production for Agriculture Improvement*: 705-719.

Malash, N. M., Flowers, T. J. and Ragab, R. 2008. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity. *Irrigation Science*. 26: 313-323.

Marouelli, W. A. and Silva, W. L. C. 2007. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. *Irrigation Science*. 25: 411-418.

Machado, R. M. A. and Oliveira, M. R. G. 2005. Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. *Irrigation Science*. 24: 15-24.

Migliaccio, K. W., Schaffera, B., Cranea, J. H. and Davies, F. S. 2010. Plant response to evapotranspiration and soil water sensor irrigation scheduling methods for papaya production in south Florida. *Agricultural Water Management*. 97: 1452-1460.

Ortega-Farias, S., Olioso, O., Fuentes, S., Valdes, H. 2006. Latent heat flux over a furrow-irrigated tomato crop using Penman-Monteith equation with a variable surface canopy resistance. *Agricultural Water Management*. 82: 421-432.

Patanè, C., Tringali, S. and Sortino, O. 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*. 129. 4: 590-596.

Salokhe, H. V. M., Babel, M. S. and Tantau, H. J. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*. 71: 225-242.

Wang, D., Kang, Y. and Wan, S. 2007. Effect of soil matric potential on tomato yield and water use under drip irrigation condition. *agricultural water management*, 87: 180-186.

Wang, F., Kang, S., Du, T., Li, F. and Qiu, R. 2011. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agricultural Water Management*. 98. 8: 1228-1238.

که با افزایش میزان آب آبیاری، درصد آب میوه افزایش و میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد. کیفیت میوه در ارقام مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. از نظر کیفی نیز، در بیش‌تر حالات، بهترین وضعیت مربوط به تیمار 80% نیاز آبی است. بنابراین توصیه می‌گردد در دشت مرودشت که قطب تولید گوجه‌فرنگی استان فارس می‌باشد و سایر نقاط مشابه در کشور، مزارع گوجه‌فرنگی به میزان 80 درصد نیاز آبی برآورد شده از روش پنمن ماتیت و با دور سه تا چهار روز، توسط سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری آبیاری گردند.

منابع

جلینی، م. 1390. بررسی اثر سطوح مختلف آب و مالچ پلاستیک بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در روش آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی. نشریه آب و خاک، دانشگاه فردوسی مشهد. 25: 1032-1025.

شاهرخ‌نیام، ع.، زارع، ا. و استخر، ا. 1389. تعیین میزان آب مصرفی، راندمان آبیاری و کارایی مصرف آب در مزارع چهار شهرستان استان فارس. مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب. دانشگاه کرمان، 9-10 بهمن 89، کرمان.

علیزاده، ا. قربانی، ق. و حق‌نیام، غ. 1379. مقایسه عملکرد و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی در دو روش آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی 4: 4: 8-1.

علیزاده، ا. 1379. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. دانشگاه امام رضا.

صدر قاین، س. ح.، اکبری، م.، افشار، ه. و نخجوانی مقدم، م. 1389. اثر سه روش آبیاری میکرو و سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گوجه‌فرنگی. نشریه آب و خاک. دانشگاه فردوسی مشهد. 24: 3: 582-574.

گلکار، ف.، فرهمند، ع. و فرداد، ح. 1387. بررسی میزان آب آبیاری بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه‌فرنگی. مجله مهندسی آب. 1: 19-13.

مولوی، ح.، محمدی، م. و لیاقت، ع. 1390. اثر آبیاری کامل و یک درمیان جویچه‌ای بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی. نشریه دانش آب و خاک. 3: 21: 126-115.

Amayreh, J. and Al-Abed, N. 2005. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. *Agricultural Water Management*. 73: 247-254.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical

fruit quality in 'Petopride' processing tomato (Lycopersicon esculentum, Mill.) Scientia Horticulturae. 98: 505-510.

Zegbe-Domínguez, J.A., Behboudiana, M.H., Langb, A. Clothier, B.E. 2003. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance

Archive of SID

Influence of Irrigation Water on Quality and Quantity of Tomato Yield under Seedling Cultivation

M. A. Shahrokhnia^{1*}, M. Shahamirian², A. Olyan Ghiasi³

Received: Feb.22, 2016

Accepted: Jun.08, 2016

Abstract

Tomato is one of the major agricultural products in Fars Province. Previous studies show that the tomato farms under traditional surface irrigation systems lose a large volume of water with low water productivity. In the present research, the influence of different irrigation regimes on tomato yield quality and quantity was studied. The farm under study located in Marvdasht plain and has a heavy soil texture. The irrigation water was applied base on 60, 80, 100, and 120 percent of Penman Montieth water requirement method. Another treatment was considered and irrigated by the farmer management. Results show that the obtained yield increase with irrigation water while the water productivity decrease. The maximum water productivity was observed in the treatment irrigated about 80% of water requirement, about 11.66 to 14.21 Kg/m³. Increase in irrigation water, decreases the fruit brix and increases the percent of fruit juice. These variations were not statistically significant in some of the conditions. The maximum and minimum of yield were due to Super Urbana and Kingston varieties, respectively.

Keywords: Tomato irrigation, Yield quality, Penman Montieth method

Archive of SID

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz

2- Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz

3- M.Sc. Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz

(* - Corresponding Author Email: mashahrokh@yahoo.com)