ارزیابی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب گوجه فرنگی در دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی

حجت علیخانی مهوار*[۱] ، علی قدمی فیروزآبادی[۲]

۱- مربی 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.

۲- دانشیار 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.

*Email: h.alikhani2020.m@gmail.com

چکیده

در حال حاضر با توجه به کمبود آب در کشور، استفاده از راه‌کارهای موثر و به‌ویژه کاربرد روش‌های نوین آبیاری، برای افزایش بهره‌وری آب در حوزه کشاورزی، ضروری است. به‌منظور مقایسه میزان آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب برای محصول گوجه‌فرنگی، تحت دو سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی، آزمایشی در سال ۱۴۰۱ در شش مزرعه آزمایشی در شهرستان رزن، واقع در شمال استان همدان انجام شد. برای اندازه‌گیری مقدار آب آبیاری در مزارع فوق، از فلوم WSC و کنتور حجمی استفاده گردید. میانگین میزان آب آبیاری در مزارع مذکور، به‌ترتیب ۱۰۷۱۵ و ۱۲۹۵۱ مترمکعب در هکتار برای سامانه‌های قطره‌ای و سطحی اندازه‌گیری شد. میانگین عملکرد گوجه‌فرنگی در مزارع دارای سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۵۴/۱ و ۴۵/۶ تن در هکتار و میزان بهره‌وری آب به‌ترتیب معادل ۵/۰۵ و ۳/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. میانگین میزان بهره‌وری اقتصادی آب به‌ترتیب برابر با ۶۴ و ۴۵/۲ هزار ریال بر مترمکعب، برای سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی به‌دست آمد. لذا با توجه به یکسان بودن سایر شرایط از جمله مدیریت تغذیه، اقلیم و ... در مزارع آزمایشی، بطور میانگین می‌توان افزایش ۱۸/۶ درصدی عملکرد محصول، کاهش ۲۱ درصدی در آب مصرفی، افزایش ۴۳ درصدی بهره‌وری فیزیکی و افزایش ۴۲ درصدی بهره‌وری اقتصادی آب را به طور نسبی از مزایای روش آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری سطحی دانست.

واژه های کلیدی: آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای، بهره‌وری، عملکرد

بیان مسئله

گرچه کمبود آب در سالیان گذشته در کل کشور یک مسئله مهم بوده است، اما در سال‌های اخیر به واسطه خشکسالی‌های که اتفاق افتاده، این مسئله به مهم‌ترین مشکل کشور تبدیل شده است که در استان‌های مختلف کشور به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. کمبود آب باعث می‌گردد که نیاز به مدیریت بهتر آب و بهینه‌سازی مصرف آب در سطح مزارع و باغات، بیش از پیش احساس گردد (۹). یکی از موثرترین راه‌کارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی و کیفی تولیدات در بخش کشاورزی، توجه جدی به بهره‌وری آب و ارتقاء آن با اعمال روش‌ها و سیاست‌های مناسب می‌باشد. استفاده از روش‌های آبیاری نوین یکی از همین سیاست‌ها بوده و می‌تواند در مناطق مختلف و به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث افزایش بهره‌وری آب، بهینه‌سازی مصرف آب و بالا بردن راندمان کاربرد آب در سطح مزارع و باغ‌ها گردد (٤).

گوجه فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* به لحاظ غنی بودن از لیکوپن، مواد معدنی، ویتامین‌ها (ویتامین‌های AوC) و ترکیبات آنتی اکسیدانی، نقش مهمی در سلامتی افراد جامعه دارد (۵ و٦) به‌طوری که در بین سبزیجات، بیش‌ترین مصارف را به خود اختصاص داده و یکی از محبوب‌ترین سبزی‌ها به شمار می‌آید (۹). در سال‌های اخیر سطح زیرکشت این محصول در ایران نیز به شدت افزایش یافته است و کاشت گوجه‌فرنگی به عنوان یک منبع درآمدی و اشتغال برای بسیاری از خانواده‌های روستایی می‌باشد (۱۰). بر اساس آمار منتشر شده توسط سازمان فائو، تولید کل گوجه‌فرنگی در جهان در سال۲۰۲۲ حدود ۲۰۰ میلیون تن بوده است. کشور چین با بیش از ٦۰ میلیون تن گوجه‌فرنگی، رتبه اول تولید در جهان را به خود اختصاص داده و کشورهای هند و ایالات متحده هر کدام با تولید حدود ۱۹ و ۱۳میلیون تن به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم این رده‌بندی قرار گرفتند. کشور ایران نیز با حدود ٦/٤ میلیون تن، در رتبه ششم جهان قرار گرفته است (۸). سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی در کشور ایران در سال ۱٤۰۱، به‌صورت کشت در مزارع و گلخانه‌ها به‌ترتیب حدود ۱۱۵ و ۲/٦ هزار هکتار و درمجموع حدود ۱۱۷/٦ هزار هکتار و میزان تولید متناظر از سطوح فوق به ترتیب حدود ۵/۹ و ۰/۵ و در مجموع حدود ٦/٤ میلیون تن و عملکرد متناظر آن‌ها به‌ترتیب حدود ۵۱ و ۱٦۷ تن در هکتار محاسبه و اعلام شد (۱). سطح زیر کشت گوجه فرنگی در مزارع و گلخانه‌های استان همدان نیز در سال ۱٤۰۱ به ترتیب ۱۹۵۰،۱۲۰ هکتار و عملکرد ٤٤ و ۱٤٦ تن در هکتار می‌باشد. از نظر سطح زیر کشت استان همدان در رتبه چهاردهم و استان‌های فارس، کرمان و بوشهر در رتبه‌های اول تا سوم کشوری قرار دارند (۱). در بین شهرستان‌های استان همدان، میزان سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی در شهرستان رزن در سال ۱٤۰۱، حدود ۱۰٦ هکتار بود که حدود٤۰ هکتار آن به صورت قطره‌ای (نوار تیپ) و مابقی سطح زیرکشت فوق به روش آبیاری سطحی (جویچه‌ای) آبیاری می‌شدند (۲).

در خصوص بررسی میزان بهره‌وری و مقدار آب مصرفی محصول گوجه‌فرنگی، مطالعات مختلفی در دنیا و در سطح کشور انجام شده است. قدمی فیروزآبادی وهمکاران (۱۳۹۹) سامانه آبیاری قطره‌ای نواری را از نظر فنی و اقتصادی در برخی از مزارع خیار و گوجه فرنگی استان همدان، ارزیابی و متوسط حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب در محصول خیار و گوجه‌فرنگی را به ترتیب ۷۹٤۸ و۱۰۲۵۵ مترمکعب درهکتار و ۸/۷ و۷/۲ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین نمودند. هم‌چنین تحلیل اقتصادی در این تحقیق نشان داد که استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای در محصولات خیار و گوجه‌فرنگی در کلیه مزارع مورد مطالعه از بازده اقتصادی بالایی برخوردار است. به‌طوری‌که میانگین نسبت منفعت به هزینه در مزارع خیار و گوجه‌فرنگی به‌ترتیب ۲٦/۹ و ۷/۸ محاسبه شد. عباسی و همکاران (۲۰۲۱) با انجام یک پروژه تحقیقاتی اعلام نمودند که در سطح کشور، آبیاری قطره‌ای نواری در مقایسه با آبیاری سطحی، تاثیر به‌سزایی در افزایش شاخص‌های مدیریت مصرف آب در کشت گوجه‌فرنگی دارد، به‌طوری

که آبیاری قطره‌ای موجب کاهش ۲۵ درصدی آب کاربردی و افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه و بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۶ درصد شده است. جلینی و همکاران (۱۴۰۲) در آزمایشی حجم آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی را در استان خراسان رضوی اندازه‌گیری نمودند. بر اساس نتایج، میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در منطقه تربت جام به ترتیب ۱۳۴۲۴ متر مکعب در هکتار، ۵۰ تن در هکتار و ۳/۸۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب، در منطقه چناران به ترتیب ۱۰۷۸۲ متر مکعب در هکتار، ۶۸ تن در هکتار و ۶/۲۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در منطقه مشهد به‌ترتیب ۱۲۲۶۲ متر مکعب در هکتار، ۶۴ تن در هکتار و ۴/۴۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. هم‌چنین میانگین آب کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب را درکل استان خراسان رضوی در مزارع انتخابی گوجه‌فرنگی به‌ترتیب برابر با ۱۲۲۴۵ مترمکعب در هکتار، ۶۰ تن در هکتار و ۵/۰۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند.

با وجود انجام مطالعات نقطه‌ای درخصوص عوامل مرتبط با بهره‌وری محصول گوجه‌فرنگی، نیاز به شناخت بیش‌تر وضعیت موجود و هم‌چنین ارائه راه‌کارهای اجرایی از طریق انجام مطالعات میدانی در سطح یک شهرستان یا استان، احساس می‌شود. در تحقیق حاضر، وضعیت موجود آب آبیاری اعمال شده از سوی کشاورزان و شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب در مزارع گوجه‌فرنگی با سامانه‌های سطحی و قطره‌ای، از طریق اندازه‌گیری‌های میدانی درشهرستان رزن (استان همدان)، پایش و مورد مطالعه قرار گرفت.

در ابتدا، پس از انتخاب مزارع مورد مطالعه، مساحت آن‌ها اندازه‌گیری و مقدار حجم آب آبیاری در این مزارع به کمک فلوم WSCو کنتور حجمی، به‌ترتیب در سه مزرعه دارای سامانه سطحی و سه مزرعه با سامانه قطره‌ای اندازه‌گیری شد (شکل۱) که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. هم‌چنین نمونه‌های لازم از آب مصرفی و خاک مزارع، تهیه و آزمون‌های مربوط به کیفیت آب و خاک انجام شد که نتایج آن نیز در جداول (۲ و ۳) مشاهده می‌گردد.

شکل ۱: اندازه‌گیری دبی آب آبیاری به کمک کنتور حجمی (راست) و فلوم WSC (چپ) به‌ترتیب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی

جدول ۱- مشخصات مزارع مورد مطالعه

کد مزرعه	شهرستان	روستا/شهر	مساحت مزرعه (ha)	دبی ورودی به مزرعه در هر نوبت آبیاری(l/s)	روش آبیاری
۱۰۱	رزن	امتلر	۰/۳٤	۲/٤	سطحی
۱۰۲	رزن	بابانظر	۲/٤	٤/۱	سطحی
۱۰۳	رزن	رزن	۳/۲	۵/۲	سطحی
۱۰٤	رزن	خوروونده	۲/۲	۳/٦	قطره ای نواری
۱۰۵	رزن	امتلر	۲/۸	٤/۲	قطره ای نواری
۱۰٦	رزن	وفس	۲/۲	۳/۳	قطره ای نواری

جدول ۲- مشخصات آب آبیاری مورد استفاده در مزارع مورد مطالعه

کد مزرعه	EC (µs/cm)	PH	کلسیم	منیزیم	سدیم	بی‌کربنات	کلر
			میلی اکی والان بر لیتر				
۱۰۱	۷۰۲	۷/۸۰	٦/۱۰	٤/۲۰	۸/۰۲	٦/۲٦	٦/۱۰
۱۰۲	۷۰۸	۷/۸۱	٦/٦٤	٤/۸٤	۷/٤۲	٦/۷۹	٦/۳۳
۱۰۳	۷۰٤	۷/۷۸	٦/۲۸	٤/۳۱	۷/۸٦	٦/۳٤	٦/۱۲
۱۰٤	۷۱۲	۷/۸٤	٦/۳٤	٤/٤۸	۷/۹٤	٦/٤۲	٦/۲٤
۱۰۵	۷۰۱	۷/۷٦	٦/۵۱	٤/۲۲	۷/۹۸	٦/٦٦	٦/۳۰
۱۰٦	۷۰۵	۷/۷۲	٦/٤٦	٤/٦٤	۷/۵٦	٦/۵۱	٦/۱۸

جدول ۳- مشخصات خاک مزارع مورد مطالعه

کد مزرعه	عمق نمونه خاک (cm)	بافت خاک	EC (ds/m)	PH	فسفر (ppm)	پتاسیم	ازت کل (درصد)	کربن آلی
۱۰۱	۰-۳۰	Silty Clay	۱/۷	۷/۲	٦۲	۷۲۷	۰/۱٦	۱/٦
۱۰۲	۰-۳۰	Clay	۱/۹	۷/٤	۲۳	۲۵۵	۰/۲٤	۲/٤
۱۰۳	۰-۳۰	Clay	۱/۸	۷/۱	۳۸	۲۸۲	۰/۲۲	۲/۲
۱۰٤	۰-۳۰	Silty Clay	۱/٦	۷/۳	۵۸	٦۲٤	۰/۱۸	۲/۳
۱۰۵	۰-۳۰	Clay	۱/۷	۷/٤	٤۱	۳۱٤	۰/۱۹	۲/۱
۱۰٦	۰-۳۰	Silty Clay	۱/۸	۷/۲	٦۰	۵٦٤	۰/۲۰	۱/۷

در مزارعی که به روش قطره‌ای، آبیاری می‌شدند، در هر ردیف کشت، یک نوار تیپ استفاده می‌شد و فاصله بوته‌ها بر روی هر ردیف، حدود ۲۰ سانتی‌متر بود. هم‌چنین فاصله ردیف‌های کشت و نوارها از یکدیگر، حدود ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته

شده بود. در مزارعی که با روش سطحی، آبیاری می‌شدند، مزارع به صورت جوی و پشته درآمده و با ورود آب به جویچه‌ها، عمل آبیاری انجام می‌شد. عرض جویچه‌ها حدود ۵۰ سانتی‌متر و عرض پشته‌ها حدود ۱۴۰ سانتی‌متر بود. در روی هر پشته دو ردیف کشت وجود داشت (شکل ۲). در همه مزارع مطالعاتی، از نشاهای ۳۰ روزه برای کاشت استفاده شده بود. مدیریت دور آبیاری در مزارع آزمایشی با سامانه‌های مختلف، به دلیل ماهیت سیستم‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای، متفاوت بود ولی مدیریت مصرف کود و تغذیه محصول و سایر موارد در همه مزارع یکسان بود.

با اندازه گیری دبی ورودی به مزارع و همچنین معلوم بودن دور و مدت زمان آبیاری، حجم آب مصرفی در هر نوبت و درکل دوره رشد محصول برای همه مزارع، محاسبه گردید. هزینه های سالانه تولید در واحد سطح، از زمان کاشت تا برداشت محصول، برای همه مزارع مورد مطالعه، از کشاورزان و بهره‌برداران، استعلام گردید. در مزارع با سامانه آبیاری قطره‌ای، علاوه بر هزینه تولید، میانگین هزینه سالانه اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای نیز، درسال بررسی، محاسبه شد. سپس با مشخص شدن میانگین قیمت واحد فروش محصول و همچنین میانگین عملکرد محصول در واحد سطح (با استعلام از کشاورزان)، درآمد ناخالص تولید در واحد سطح (درآمد)، مشخص گردید. در ادامه پس از کسر کلیه هزینه‌های تولید از سود ناخالص، درآمد خالص محصول نیز در کلیه مزارع، محاسبه شد. درآخر، بهره‌وری فیزیکی (نسبت عملکرد بر حجم آب مصرفی) و بهره‌وری اقتصادی (نسبت سود خالص بر حجم آب مصرفی)، نیز در مزارع مورد مطالعه، محاسبه گردید.

شکل ۲- مزارع گوجه فرنگی با سیستم آبیاری قطره ای نواری (راست) و سیستم آبیاری سطحی (چپ)

معرفی دستاورد

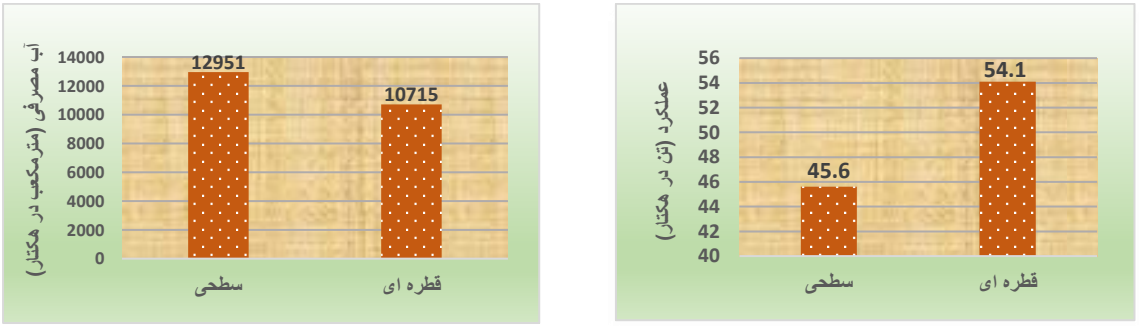
میزان حجم آب مصرفی، عملکرد محصول، هزینه، سود ناخالص، سود خالص، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در مزارع آزمایشی، درجدول(٤) ارائه گردیده است. همان‌گونه که در جدول مذکور و همچنین در نمودارهای (۱و۲) ملاحظه می‌گردد، میانگین میزان عملکرد، در مزارع آزمایشی با سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب معادل ٤٥/٦ و ٥٤/١ تن در هکتار اندازه‌گیری شده است. لذا در این تحقیق، در روش آبیاری قطره‌ای، افزایش محصولی معادل ۱۸/٦ درصد در هکتار مشاهده شد. میانگین حجم آب مصرفی (کاربردی) در مزارع با سامانه‌های سطحی و قطره‌ای به‌ترتیب ۱۲۹۵۱ و ۱۰۷۱۵ مترمکعب در هکتار بدست آمد. بعبارتی در سامانه قطره‌ای حدود ۲۱ درصد در مصرف آب آبیاری صرفه جویی شد. میانگین مقدار سود خالص در هکتار در مزارع مورد بررسی به‌ترتیب در سامانه‌های قطره‌ای و سطحی ٦٨٥ و ٥٨٦ میلیون ریال شد که افزایشی معادل ۱۷

درصد (۹۹ میلیون ریال) را در سامانه قطره‌ای نشان می‌دهد. به بیان ساده‌تر می‌توان گفت که علیرغم بالا بودن ۲۰ درصدی هزینه‌های تولید در روش قطره‌ای، بالا بودن عملکرد در این روش، موجب افزایش میزان سود ناخالص (درآمد) و سود خالص (سود ناخالص منهای هزینه تولید)، شد.

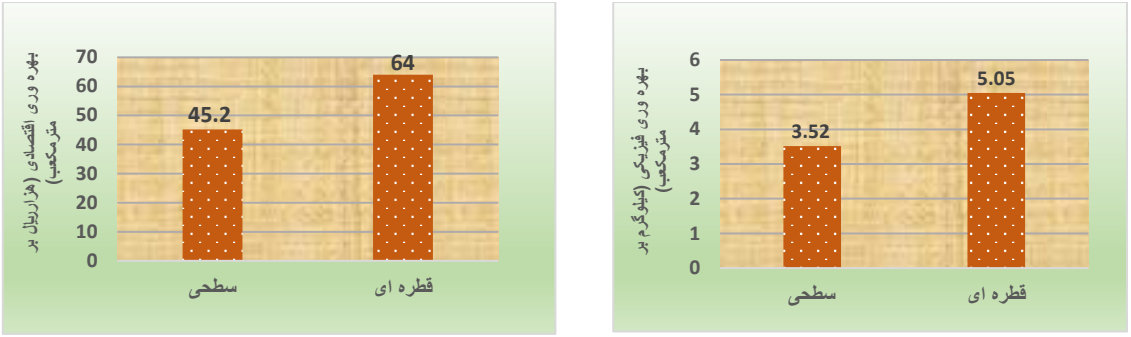
میانگین میزان بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع مورد آزمایش، به‌ترتیب معادل ۳/۵۲ و ۵/۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب برای سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای محاسبه شد. به عبارت دیگر با مصرف هر مترمکعب آب در مزارع فوق به‌ترتیب ۳/۵۲ و ۵/۰۵ کیلوگرم گوجه‌فرنگی تولید شده بود. لذا در روش آبیاری قطره‌ای، بطور میانگین افزایش بهره‌وری فیزیکی به میزان ٤۳ درصد محاسبه شد. میانگین میزان بهره‌وری اقتصادی آب در مزارع مورد مطالعه نیز، به‌ترتیب معادل ٤۵/۲ و ٦٤ هزار ریال بر مترمکعب برای سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای حاصل شد. به عبارتی با مصرف هر مترمکعب آب در مزارع فوق به‌ترتیب ٤۵/۲ و٦٤ هزار ریال سود خالص از کشت گوجه‌فرنگی بدست آمده است. لذا در روش آبیاری قطره ای، بطور میانگین افزایش بهره‌وری اقتصادی به میزان ٤۲ درصد محاسبه شد.

جدول ٤- میزان بهره‌وری آب آبیاری در مزارع مورد مطالعه

کد مزرعه	آب مصرفی (m^3/ha)	عملکرد (ton/ha)	هزینه (میلیون ریال در هکتار)	سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	سود خالص (میلیون ریال در هکتار)	بهره‌وری فیزیکی(kg/m^3)	بهره‌وری اقتصادی (هزار ریال بر متر مکعب)
۱۰۱	۱۲۹۸٤	٤٦	۱۱۲۰	۱۷۲۱	٦۰۱	۳/۵٤	٤٦/۳
۱۰۲	۱۲۸۷۱	٤٤/۷	۱۱۲۰	۱٦۷۲	۵۵۲	۳/٤۷	٤۲/۸۹
۱۰۳	۱۲۹۹۸	٤٦/۱	۱۱۲۰	۱۷۲۵	٦۰۵	۳/۵۵	٤٦/۵٤
۱۰٤	۱۰۷۳۱	۵٤	۱۳٤۰	۲۰۲۰	٦۸۰	۵/۰۳	٦۳/٤
۱۰۵	۱۰٦۰۱	۵۳/٤	۱۳٤۰	۱۹۹۸	٦۵۸	۵/۰٤	٦۲/۰۷
۱۰٦	۱۰۸۱٤	۵۵	۱۳٤۰	۲۰۵۸	۷۱۸	۵/۰۹	٦٦/٤



شکل ۳- میانگین عملکرد (سمت راست) و آب مصرفی (سمت چپ) در سامانه های مختلف آبیاری



شکل ٤- میانگین بهره‌وری فیزیکی (سمت راست) و بهره‌وری اقتصادی (سمت چپ) در سامانه های مختلف آبیاری

توصیه ترویجی

۱- با توجه به کمبود آب در کشور و با عنایت به نتایج این تحقیق، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای، به‌دلیل داشتن راندمان بالا و امکان تامین کامل نیاز آبی، با حجم آب کم‌تری نسبت به سامانه سطحی، در کشت محصول گوجه‌فرنگی توصیه می‌گردد.

۲- استفاده از روش آبیاری قطره‌ای موجب افزایش عملکرد، سود خالص، بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در کشت محصول گوجه فرنگی نسبت به آبیاری سطحی می‌شود. لذا بدلیل منافع اقتصادی بیش‌تر نیز، این روش به کشاورزان توصیه می‌گردد.

فهرست منابع

۱- آمارنامه کشاورزی، سال زراعی ۱٤۰۱، وزارت جهاد کشاورزی، ایران.

۲- آمارنامه کشاورزی، سال زراعی ۱٤۰۱، سازمان جهادکشاورزی استان همدان، ایران.

۳- جلینی، م.، عباسی، ف. و کریمی، م. ۱٤۰۲. تعیین میزان آب کاربردی، عملکرد و بهره وری آب در مزارع گوجه فرنگی استان خراسان رضوی. نشریه تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی،۲۳ (۸۹)، ص ۸ .

٤- ملارضا قصاب، ف.، عبدشاهی، عباس. و مرزبان، ا. ۱۳۹۹. تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه‌ی موردی شهرستان دزفول. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۲(۳)، ص ۷۲-٤۹ .

۵- قدمی فیروزآبادی، ع.، اسدیان، ق.، جعفری، ع. و بهراملو، ر. ۱۳۹۹. ارزیابی فنی و اقتصادی سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در مزارع خیار و گوجه فرنگی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱ (۱٤)، ص ۲۷٤-۲٦۳.

6- Abbasi F, Joleini M, Khorramian M, Dehghanian SE, Moghbli Dameneh E, Nowroozi M, Uossef Gomrokchi A, Taheri M, Zare-Mehrani E, Kiani A, Salamati N, Mousavi Fazl H, Ghadami-FirouzAbadi A, Bayat P and Nasseri A, 2021. The role of modern irrigation systems on tomato applied irrigation water management in Iran. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research 22(82): 43-64. (In Persian with English abstract)

- 7-Dehgan H, Alizadeh A, Esmaely K and Nematy SH, 2015. Root growth, yield and yield components of tomato under drought stress. Water Research in Agriculture 29(2): 169-179. (In Persian with English abstract)

8- FAO. 2022. Available in http://faostat3.fao.org/

-9- Golkar F, Farahmand AR and Fardad H, 2008. Response of yield and water use efficiency of early urbana tomato to different levels of Irrigation. Water Engineering 1(1): 13-19. (In Persian with English abstract)

10- Johnson, L.F., Cahn, M., Martin, F., Melton, F., Benzen, S., Farrara, B. and Post, K., 2016. Evapotranspiration-based irrigation scheduling of head lettuce and broccoli. Journal of the American Society for Horticultural Science, 51(7), pp. 935-940.