وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا

دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

E.mail: mashahrokh@gmail.com

چکیده

یکی از راه‌های استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی کشور، تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌باشد. دشت ارسنجان فارس اولین دشت در استان فارس است که در آن کنتورهای هوشمند آب و برق نصب و تحویل حجمی آب انجام شده است. در یک بررسی به میزان و بهره‌وری آب در ۸ مزرعه گوجه‌فرنگی این منطقه پرداخته شد. این مزارع به سیستم آبیاری قطره‌ای نواری مجهز بودند. در طول یکسال دبی ورودی به مزرعه، میزان محصول، میزان مصرف آب آبیاری اندازه‌گیری گردید. میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل نیز محاسبه گردید. نیاز آبی گوجه‌فرنگی با سه سناریوی مختلف شامل نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، نیاز آبی پنمن مانتیث ده‌ساله و نیاز آبی از سند ملی آب برآورد شد و با مقدار آب مصرفی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که به‌طور میانگین میزان آب داده شده در مزارع مورد بررسی ۵۱ درصد بیشتر از میزان آب مورد نیاز به روش پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق بود. بهره‌وری آب آبیاری گوجه‌فرنگی ٦/٨٤ کیلوگرم بر مترمکعب بود که از میانگین استانی این محصول کمتر بود. در نهایت راهکارهایی جهت بهبود بهره‌وری آب در مزارع گوجه فرنگی منطقه ارائه شد.

واژه های کلیدی: نیاز آبی، پنمن مانتیث، کنتور آب، تحویل حجمی آب

بیان مسئله

تقریباً بیلان آب تمام دشت‌های استان فارس که یکی از مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده محصولات کشاورزی کشور می‌باشد، منفی بوده که این وضعیت نشان می‌دهد که مقدار آب برداشت شده، بیشتر از ظرفیت دشت‌ها بوده است (٤). یکی از راه‌های مؤثر جلوگیری از اتلاف آب در مزارع تحویل حجمی و به اندازه آب می‌باشد. کنتور آب ابزاری است که می‌تواند به‌منظور اندازه‌گیری دبی یا حجم آب مصرفی مورداستفاده قرار گیرد. درصورتی‌که کنتور علاوه بر اندازه‌گیری، توان کنترل بهره‌برداری از منابع را نیز دارا باشد، به آن کنتور هوشمند گفته می‌شود. در شکل ۱ یکی از انواع این کنتورها نمایش داده شده است. تاکنون تحقیقاتی در خصوص دقت و نقاط قوت و ضعف انواع کنتورهای آب در دنیا انجام شده است (۱۰، ۸، ۹، ۱۲ ، ۷).

شکل ۱ - نمایی از یک کنتور هوشمند آب و برق

استفاده از کنتورهای هوشمند باعث می‌شود که کشاورزان برای حقابه خود، برنامه‌ریزی نموده و گیاهانی کشت نمایند که توجیه اقتصادی بیشتری داشته و در نتیجه بهره‌وری هر مترمکعب آب زیرزمینی افزایش یابد (۲). مصرف انرژی چاه‌ها پس از نصب کنتورهای هوشمند در استان زنجان حدود ۲۵٪ کاهش یافت. بعد از نصب کنتورهای هوشمند، کشاورزان منطقه بدون کاهش در میزان سطح کشت و محصول برداشتی و با اعمال راهکارهای مدیریت مصرف در بخش‌های آب و برق، موجب کاهش هزینه برق و آب مصرفی خود شدند(۵). نمونه‌ای از این راهکارها، به‌کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری و استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری است که باعث می‌شود گیاه در هر زمان، به اندازه نیاز خود آبیاری شود و در ابتدا و انتهای فصل رشد که نیاز آبی کمتر است، آبیاری بیش از اندازه انجام نشود. حقایقی مقدم (۱۳۹۳) به بررسی کنتورهای هوشمند نصب‌شده در استان خراسان پرداخت (۱). نتایج نشان داد که حدود ۷۸٪ از چاه‌های مورد بررسی به کنتور مجهز بودند و حدود نیمی از کشاورزان اطلاع چندانی از کنتورها نداشتند. حدود ۱۵٪ از بهره‌برداران از عملکرد این کنتورها رضایت نداشتند. پس از نصب آزمایشی کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس، حدود ۵۲ درصد از کنتورهای نصب شده به میزان سهمیه یا کمتر از سهمیه مجاز و حدود ٤٨ درصد بیش از میزان مجاز اقدام به بهره‌برداری از چاه‌ها نمودند. استفاده از کنتورهای هوشمند به شرطی که تصمیمات مدیریتی صحیحی در این خصوص اتخاذ گردد، می‌تواند نقش موثری بر وضعیت منابع آب کشور داشته باشد (٦).

شهرستان ارسنجان فارس یکی از شهرستان‌های پیشرو در امر نصب و بهره‌برداری از کنتورهای هوشمند آب بوده و محصولات مختلفی در آن به دست می‌آید. گوجه‌فرنگی یکی از کشت‌های غالب در منطقه می‌باشد. به نظر می‌رسد که علیرغم نصب و به‌کارگیری کنتورهای هوشمند در مزارع منطقه، اتلاف آب در این مزارع زیاد بوده و بهره‌وری آب مناسب نباشد. بنابراین در این بررسی ضمن بررسی وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در تعدادی از مزارع گوجه‌فرنگی تحت سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در شهرستان ارسنجان، راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری ارائه شد.

معرفی دستاورد

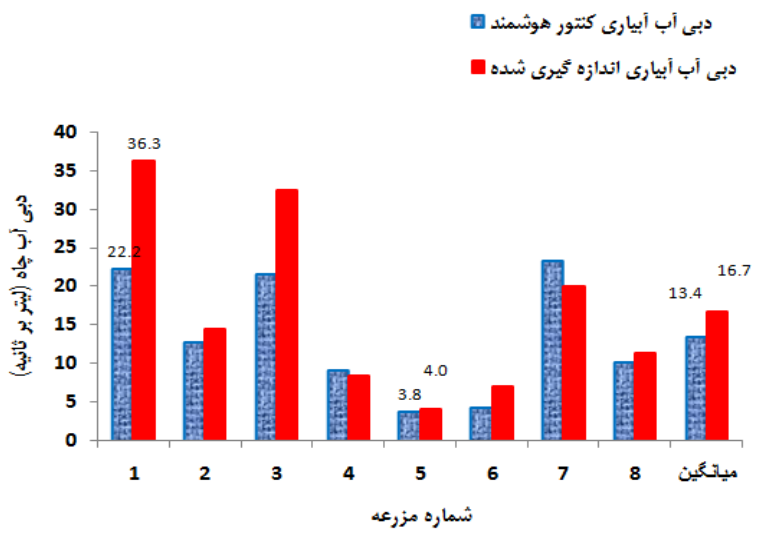
در یک بررسی به منظور بررسی میزان مصرف آب و بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان ارسنجان، ۸ مزرعه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲ و ۳ دو تا از این مزارع گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. در شکل ۲ مزرعه سمت چپ مزرعه مورد نظر است. بدین منظور در طول یک سال زراعی، دبی ورودی به مزارع حداقل در سه نوبت اندازه‌گیری گردید. مقادیر آب داده شده به هر مزرعه در سال از ضرب دبی در مدت زمان هر آبیاری و تعداد دفعات آبیاری به دست آمد. میزان بهره‌وری آب آبیاری از تقسیم میزان محصول تولیدی بر میزان آب آبیاری به دست آمد. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری دبی ورودی به مزرعه، کنتورهای حجمی واسنجی‌شده بود. مقادیر نیاز آبی سالیانه با استفاده از سند ملی آب و روش پنمن مانتیث برآورد و با مقادیر آب مصرفی مقایسه گردید. در روش پنمن مانتیث نیاز آبی یک‌بار با استفاده از آمار هواشناسی بلندمدت (ده سال اخیر) و یک‌بار با استفاده از آمار هواشناسی کوتاه مدت یکساله (سال انجام آزمایش) برآورد گردید. در نهایت توصیه‌هایی برای کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب در مزارع گوجه‌فرنگی منطقه ارائه گردید.

شکل ۲- یکی از مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی (مزرعه سمت چپ)

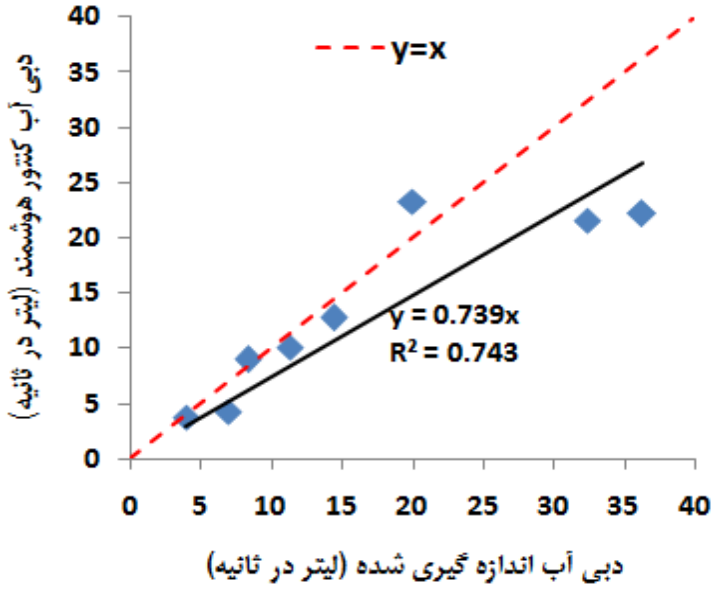
شکل ۳- یکی دیگر از مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی

مزارع گوجه‌فرنگی در منطقه ارسنجان مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای نواری بودند و مزرعه‌ای یافت نشد که با سایر سیستم‌های آبیاری مانند غرقابی یا بارانی آبیاری شوند. دامنه تغییرات دبی در مزارع انتخابی از حداقل ٤ تا حداکثر ٣٦/٣ لیتر بر ثانیه متغیر بود. میانگین دبی مزارع مورد بررسی ١٦/٧ لیتر بر ثانیه بود. مساحت مزارع نیز از ١/٥ تا ١١ هکتار و به طور میانگین ٧/٢ هکتار بود. شکل ٤ و ٥ مقایسه دبی کنتورهای هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده و خط رگرسیونی برازش شده به آن‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که به جز مزرعه ٤ و ٧، در بقیه مزارع میزان دبی اندازه‌گیری شده از دبی کنتورهای هوشمند بیشتر بوده است. به همین دلیل بیشتر نقاط در زیر خط y=x قرار گرفته‌اند و ضریب ٠/٧٣٩ معادله نشان می‌دهد که دبی کنتورهای هوشمند تقریباً ٠/٧٤ یا سه چهارم برابر دبی اندازه‌گیری شده واقعی بوده است.

میانگین میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده و گزارش‌شده توسط کنتورهای هوشمند به ترتیب ١٥٣٨٤ و ١٢٣٩٦ مترمکعب در هکتار بود. حداقل و حداکثر میزان آب مصرف اندازه‌گیری شده واقعی به ترتیب ٩٥٩٦ و ١٩٥٧٥ و گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند به ترتیب ٧٤٦٢ و ١٦٨٧٣ مترمکعب در هکتار بود. میزان نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، بلند مدت و سند ملی نیاز آبی به ترتیب ١٠١٩٠، ٨٣٣٠ و ٨١٣٠ مترمکعب در هکتار بود. بنابراین می‌توان گفت که میزان آب مصرفی توسط کشاورزان حدوداً ٥١ درصد بیشتر از نیاز آبی گوجه‌فرنگی در سال انجام پروژه بوده است. شکل ٦ میزان آب مصرفی و نیاز آبی به روش‌های مختلف در مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که مقادیر آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند و مقادیر اندازه‌گیری شده مصرف آب در اغلب مزارع از نیاز آبی پیش‌بینی شده به روش‌های مختلف بیشتر است. همچنین در اغلب مزارع میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده از میزان آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند بیشتر است. مقادیر نیاز آبی سند ملی و بلندمدت پنمن مانتیث نزدیک به هم بوده و از نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام پروژه کمتر است. شکل ٧ مقایسه مقادیر آب مصرفی کنتورهای هوشمند و اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی و خط رگرسیونی برازش شده به آن‌هارا نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که اکثر نقاط در زیر خط y=x قرار گرفتهاند و ضریب معادله رگرسیونی ٠/٧٩٣ می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند تقریباً ٠/٧٩ آب مصرفی اندازه‌گیری شده بوده است.

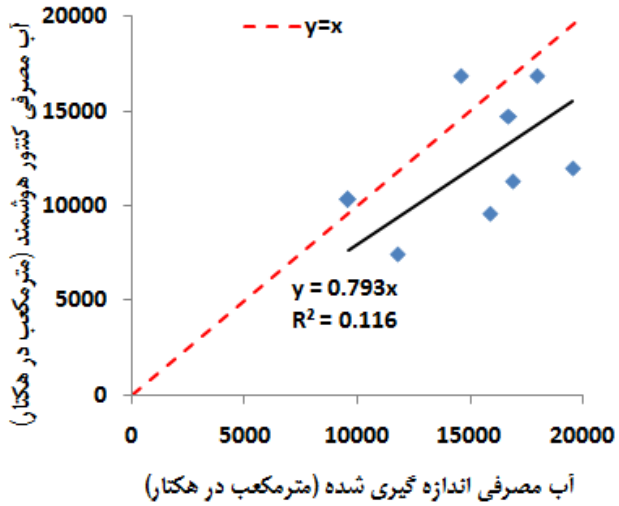


شکل ٤- مقایسه مقادیر دبی کنتور هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی



شکل ٥- خط برازش شده به دبی کنتور هوشمند و اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی

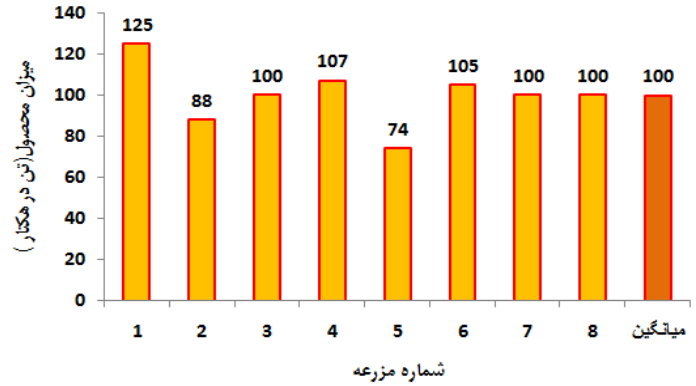
شکل ٦- میزان آب مصرفی و نیاز آبی گوجه‌فرنگی در روش‌های مختلف



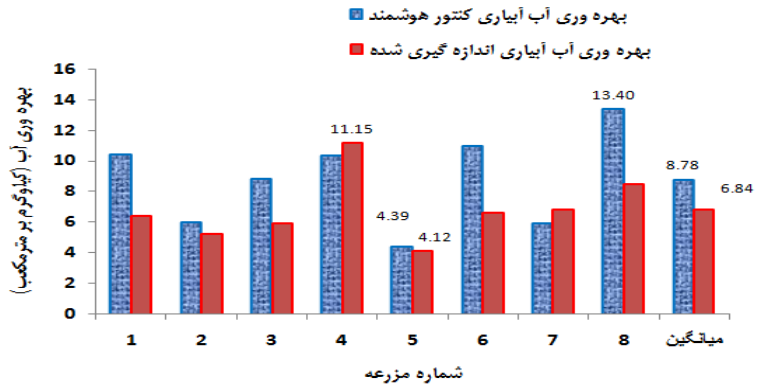
شکل ۷- مقایسه مقادیر دبی کنتورهای هوشمند و دبی اندازه‌گیری شده در مزارع گوجه‌فرنگی

شکل ۸ میزان عملکرد مزارع گوجه‌فرنگی تحت بررسی را نشان می‌دهد. میزان حداقل، حداکثر و میانگین عملکرد در این مزارع به ترتیب ٧٤، ١٢٥ و ١٠٠ تن در هکتار بود. شکل ۸ مقادیر بهره‌وری آب مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی بر اساس مقادیر آب مصرفی اندازه‌گیری شده و گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های کنتور هوشمند، میزان حداقل، حداکثر و میانگین بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی به ترتیب برابر با ٤/٣٩، ١٣/٤٠ و ٨/٧٨ کیلوگرم بر مترمکعب و بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده به ترتیب ٤/١٢، ١١/١٥ و ٦/٨٤ کیلوگرم بر مترمکعب بود. طبق اطلاعات اخذ شده از اتاق بازرگانی شیراز و ایران، متوسط بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی در استان فارس و کشور به ترتیب ٦/٢٧ و ٣/٢ کیلوگرم بر مترمکعب

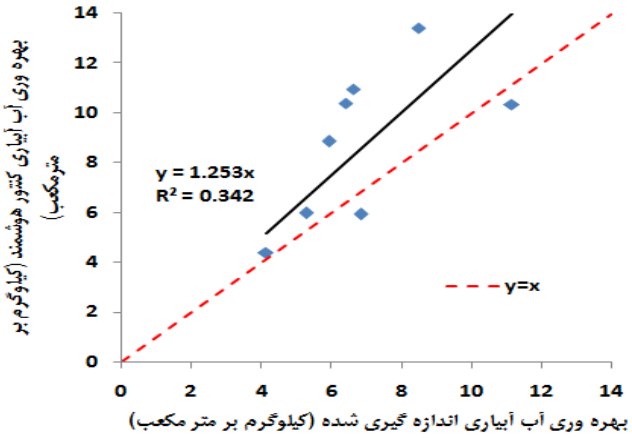
بوده است. بنابراین بهره‌وری آب آبیاری واقعی برای گوجه‌فرنگی در شهرستان ارسنجان (٦/٨٤) از میانگین استان فارس (٦/٢٧) کمتر نبوده است. میزان متوسط بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی که توسط فائو ارائه گردیده بین ١٠ تا ١٢ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. در اینجا نیز با توجه به این که میزان دبی و آب مصرفی گزارش شده توسط کنتورهای هوشمند کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده بوده، میزان بهره‌وری آب بر اساس داده‌های کنتورهای هوشمند نسبت به داده‌های واقعی افزایش یافته است. شکل ٩ مقایسه داده‌های اندازه‌گیری شده با خط y=x و خط برازش شده به داده‌های بهره‌وری آب را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که فاصله نقاط از خط y=x نسبتاً زیاد بوده و بهره‌وری آب بر اساس داده‌های کنتور هوشمند تقریباً ١/٢٥ برابر بهره‌وری آب بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده می‌باشد. متوسط تفاوت دوسری داده بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی ٢٨ درصد می‌باشد.



شکل ٨- میزان عملکرد مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی



شکل ٩- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی بر اساس داده‌های کنتور هوشمند و اندازه‌گیری شده



شکل ۱۰- رابطه برازش شده بر داده‌های بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده گوجه‌فرنگی

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج به دست آمده اگر بتوان میزان آب داده شده به مزارعی که اتلاف آب دارند را به‌گونه‌ای کاهش داد که باعث کاهش محصول نشود هم در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود و هم هزینه‌های کشاورزان کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر بهره‌وری آب افزایش خواهد یافت. راهکارهایی که برای افزایش بهره‌وری آب وجود دارد عبارتند از:

۱- استفاده از سامانه‌های آبیاری مناسب: به‌طور معمول راندمان سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از بارانی و راندمان سامانه‌های آبیاری بارانی بیشتر از آبیاری سطحی (غرقابی) است. یک بررسی در استان فارس نشان داد که میانگین مصرف آب در مزارع گوجه‌فرنگی سه شهرستان که با آبیاری سطحی سنتی آبیاری می‌شدند به‌طور میانگین حدود ۲۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است (۳). بنابراین با تغییر سامانه آبیاری می‌توان از مصرف زیاد آب جلوگیری کرد به شرط آن که برنامه‌ریزی آبیاری توصیه شده توسط طراحان سامانه آبیاری رعایت شود.

۲- رعایت برنامه‌ریزی آبیاری: برنامه‌ریزی آبیاری نشان می‌دهد که چه زمانی باید هر آبیاری را شروع کرد و چه زمانی آبیاری را خاتمه داد. اگر زمان شروع و خاتمه آبیاری به دقت تعیین شود هم تلفات آب کاهش می‌یابد و هم میزان محصول تولیدی کاهش نمی‌یابد. برای برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان از سامانه تعیین نیاز آبی محصولات کشاورزی کشور (سامانه نیاز آب)، تعیین نیاز آبی از روش پنمن مانتیث فائو و ابزارهایی نظیر تانسیومتر و انواع دستگاه‌های سنجش رطوبت خاک بهره جست.

۳- افزایش دقت کنتورهای هوشمند: ممکن است کنتورهای هوشمند نصب شده بر روی چاه‌ها، خراب بوده یا به‌درستی تنظیم و واسنجی نشده باشند. در این شرایط مقادیر آب مصرفی نمایش داده شده توسط این کنتورها درست نبوده و می‌تواند کشاورزان را به اشتباه بیندازد. علاوه بر این ممکن است مقدار آب بیشتری از سهمیه کشاورز کسر گردد و مزرعه دچار کمبود آب در اواخر فصل و یا فصول بعدی کشت شود. یکی از راه‌هایی که کشاورزان می‌توانند به سادگی دقت و صحت عملکرد کنتور هوشمند خود را آزمایش نمایند استفاده از روش حجمی است. در این روش، یک بشکه خالی که حجم آن از قبل تعیین شده است را در زیر لوله آب خروجی از چاه قرار می‌دهند و مدت زمان

پر شدن بشکه را اندازه‌گیری می‌کنند. با تقسیم حجم بشکه (بر حسب لیتر) به زمان پر شدن بشکه (بر حسب ثانیه)، میزان دبی واقعی بر حسب لیتر بر ثانیه به دست می‌آید. اگر دبی واقعی با دبی خوانده شده از روی صفحه نمایش کنتور هوشمند مقایسه شود می‌توان فهمید که آیا عددی که کنتور هوشمند نمایش می‌دهد دقیق است یا خیر. در صورت مشاهده اختلاف زیاد بین این دو عدد بایستی موضوع را به کارشناسان آب منطقه‌ای یا شرکت‌های مربوطه اطلاع داد تا در اسرع وقت نسبت به بررسی دقیق‌تر و حل مشکل اقدام شود.

فهرست منابع

۱- حقایقی مقدم، س. ا. ۱۳۹۳. تأثیر نصب کنتورهای هوشمند در کاهش مصرف آب و انرژی چاه‌های کشاورزی. گزارش فنی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲- رجب پور، ح.، گلزارنژاد، م. ر. و اسماعیلی، ع. ۱۳۸۹. کنتور هوشمند آب و برق، راهکاری برای تحول در میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی. مجموعه مقالات نخستین گردهمایی و همایش ملی بررسی دستاوردهای پژوهشگران علوم زمین ایران، ۸-۹ خرداد ۸۹، تهران، ایران.

۳- شاهرخ نیا، م.ع.، زارع، ا. و استخر، ا. ۱۳۹٦. نگاهی به میزان و بهره‌وری مصرف آب مزارع در استان فارس. مجموعه گزارش‌ها و مقالات کشاورزی، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی فارس.

٤- شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس. ۱۳۹۵. بانک اطلاعاتی منابع آب، شیراز، ایران.

٥- محمدی، ب.، رضایی، ع. و سهیل، ح. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر استفاده از کنتورهای هوشمند آب و برق بر مصرف انرژی مشترکین کشاورزی. دومین کنفرانس منطقه‌ای سیرد، دی ماه ۱۳۹۲، تهران، ایران.

٦- ناصری، ح. ا. ۱۳۹٤. گزارش تحلیلی عملکرد کنتورهای هوشمند آب و برق نصب‌شده در دشت‌های داراب و ارسنجان. شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس.

7- Baum, M.C., Dukes, M.D., Haman, D.Z. 2015. Selection and use of water meters for irrigation water measurement. ABE18, IFAS Extension, University of Florida.

8- Sheffield, R.E., Henry, C.G., Bankston, D., Hadden, W.A. 2013. Measuring irrigation flow. Louisiana State University Agricultural Center, Pub. 3241-L.

9- Sood, R., Kaur, M., and Lenka, H. 2013. Design and development of automatic water flow meter. International Journal of Computer Science, Engineering and Applications, 3(3), 49-59.

10- Styles, S. and Groundwater, L. 2012. Implementation of magnetic meter for irrigation volumetric measurement. ITRC paper no. P 12-006, presented at World Environmental and Water Resources Congress, May 20-24, 2012, Albuquerque, NM.

11- Van Zyl., J. 2011. Introduction to integrated water meter management. Edition 1, Water Research Commission, Republic of South America.

12- Wahl, T.L. and Magallanez, H. 2014. Low-cost pipeline flow meter. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Water Resources Research Laboratory, Denver, Colorado.