راهکارهای افزایش بهره وری آب در مزارع یونجه مجهز به کنتورهای هوشمند در ارسنجان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا[۱]، سید ابراهیم دهقانیان[۲]

۱- 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.

۲- مربی 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

**Email: mashahrokh@yahoo.com*

چکیده

تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌تواند به استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی کشور کمک نماید. منطقه ارسنجان فارس از نقاطی است که در آن تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند انجام می‌شود. در یک بررسی به میزان و بهره‌وری آب در ۸ مزرعه یونجه در منطقه ارسنجان فارس پرداخته شد. در طول یکسال (۱۳۹۹) دبی ورودی به مزرعه، میزان محصول و میزان مصرف آب آبیاری اندازه‌گیری گردید. میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل نیز محاسبه شد. نیاز آبی یونجه با سه سناریوی مختلف شامل نیاز آبی پنمن مانتیث در سال انجام آزمایش، نیاز آبی پنمن مانتیث ده‌ساله و نیاز آبی از سندملی آب برآورد شد و با مقدار آب مصرفی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که به طور میانگین میزان آب داده شده در مزارع مورد بررسی ٤١ درصد بیشتر از میزان آب مورد نیاز به روش پنمن مانتیث در سال انجام تحقیق (۱۲۰۸۰ مترمکعب در هکتار) بود. میانگین عملکرد و حجم آب آبیاری مزارع انتخابی به ترتیب ۱۷/۸ تن در هکتار و ۱۷۰۱٦ مترمکعب در هکتار بود. میانگین بهره‌وری آب آبیاری یونجه ۱/۱٦ کیلوگرم بر مترمکعب بود که از میانگین استانی این محصول (۱/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب) کمتر بود. راهکارهای توصیه شده جهت بهبود بهره‌وری آب در مزارع یونجه منطقه شامل استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری، آبیاری به اندازه نیاز آبی و کنترل و واسنجی کنتورهای هوشمند نصب شده در مزارع می‌باشد.

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

بیان مسئله

یکی از راه‌های موثر جلوگیری از اتلاف آب در مزارع، تحویل حجمی آب با استفاده از کنتورهای هوشمند می‌باشد. کنتور آب ابزاری است که برای اندازه‌گیری دبی یا حجم آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد. درصورتی‌که کنتور علاوه بر اندازه‌گیری آب، توان کنترل بهره‌برداری را نیز دارا باشد، به آن کنتور هوشمند گفته می‌شود. در شکل ۱ یکی از انواع این کنتورها نمایش داده شده است.

استفاده از کنتورهای آب علاوه بر اندازه‌گیری و تنظیم میزان آب آبیاری در مزارع و باغات، می‌تواند وجود خرابی در پمپ را نیز نشان دهد(٦). در انتخاب یک کنتور بایستی به شرایط واسنجی کنتور، خدمات پس از فروش، لوازم و قطعات مورد نیاز، دامنه کارکرد، کیفیت و افت بار آن نیز توجه داشت(۵). 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(۱). در یک بررسی در مزارع و باغات تحت کنتورهای هوشمند آب در منطقه ارسنجان فارس، میزان مصرف آب و بهره‌روی آب در محصولات گندم، گوجه‌فرنگی و انار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این کنتورها دقت کافی نداشته و واسنجی دقیق آنها ضروری است(۲). اخیرا راهکارهایی برای افزایش بهره‌روی آب در مزارع گندم تحت کنتورهای هوشمند آب در منطقه ارسنجان نیز ارائه شده است (۳).

شهرستان ارسنجان فارس یکی از شهرستان‌های پیشرو در امر نصب و بهره‌برداری از کنتورهای هوشمند آب بوده است. در این منطقه انواع محصولات زراعی و باغی کشت می‌شود. متاسفانه بیشتر مزارع یونجه این شهرستان با سیستم‌های آبیاری غرقابی و با مدیریت سنتی اداره می‌شوند. به نظر می‌رسید که اتلاف آب در این مزارع زیاد بوده و بهره‌وری آب مناسب نباشد. بنابراین در یک تحقیق ضمن بررسی وضعیت مصرف و بهره‌وری آب در چند مزرعه یونجه شهرستان ارسنجان، راهکارهایی جهت کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری ارائه شد.

شکل ۱ - نمایی از یک کنتور هوشمند

معرفی دستاورد

در این تحقیق به منظور بررسی میزان مصرف آب و بهره‌وری آب در مزارع یونجه شهرستان ارسنجان، ۸ مزرعه یونجه انتخاب و مورد بررسی قرارگرفت. بدین منظور در طول یک سال زراعی، دبی ورودی به مزارع 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. مقدار بهره‌وری آب کل نیز از تقسیم میزان محصول تولیدی به

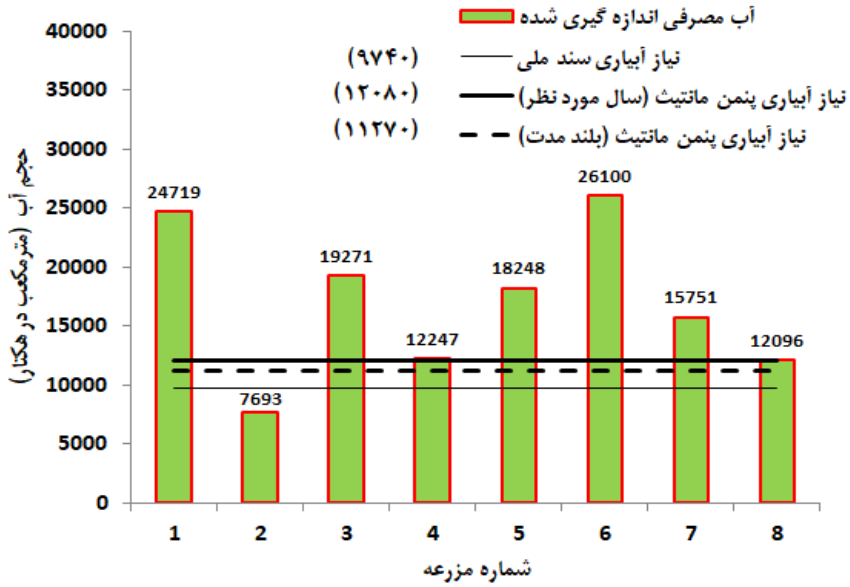
مجموع آب آبیاری و باران موثر محاسبه گردید. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری دبی ورودی به مزرعه فلوم کالج ایالتی واشنگتن(Washington State College Flume) یا فلوم (WSC) تیپ ٤ بود. شکل ۲ اندازه‌گیری آب در یکی از مزارع یونجه مورد بررسی با فلوم WSC را نشان می‌دهد. با نصب این وسیله در یک جوی آب می‌توان با اندازه‌گیری عمق آب، میزان دبی آب را برآورد نمود.

شکل ۲- مزرعه یونجه شهرستان ارسنجان در حین اندازه گیری دبی آب آبیاری

مقادیر نیاز آبی سالیانه با استفاده از سندملی آب (نرم افزار NETWAT) 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 یونجه منطقه ارائه گردید.

در جدول ۱ حداقل، حداکثر و میانگین عوامل اندازه‌گیری شده در مزارع یونجه مورد بررسی را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات دبی مزارع یونجه مورد بررسی ۵/۷ تا ۳٦/۳ لیتر بر ثانیه و سطح کاشت مزارع بین ۱ تا ۷ هکتار به دست آمد. میانگین دبی‌های مزرعه‌ای اندازه‌گیری شده و سطح مزارع یونجه به ترتیب ۱٦/۷ لیتر بر ثانیه و ۳ هکتار حاصل گردید. حداقل، حداکثر و میانگین میزان عملکرد محصول یونجه در طول یکسال در مزارع مورد بررسی به ترتیب، ۱۵، ۲۲ و ۱۷/۸ تن در هکتار به دست آمد. شکل ۳ مقایسه مقادیر آب مصرفی مزارع یونجه با سناریوهای مختلف نیاز آبی را نشان می‌دهد. میانگین میزان آب مصرفی اندازه‌گیری شده ۱۷۰۱٦ مترمکعب در هکتار بود. مقادیر نیاز آبی برآورد شده در سه سناریوی سال اجرای پروژه، بلند مدت و نیاز آبی سندملی به ترتیب ۱۲۰۸۰، ۱۱۲۷۰ و ۹۷٤۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید. بنابراین به طور متوسط، میزان آب داده شده ٤۱، ۵۱ و ۷۵ درصد بیشتر از به ترتیب نیاز آبی پنمن مانتیث در سال اجرای پروژه، نیاز آبی بلند مدت از روش پنمن مانتیث و نیاز آبی سندملی بوده است. در بعضی از مزارع مانند مزارع شماره ۱و ٦، مقدار آب داده شده تا دو برابر آب مورد نیاز (۱۲۰۸۰ مترمکعب در هکتار) بوده است. دو مزرعه شماره ٤ و ۸ درحد آب مورد نیاز، یک مزرعه (شماره ۲) کمتر از حد مورد نیاز، و سایر مزارع نیز بیشتر از حد مورد نیاز آبیاری شده بودند. جدول ۱ حدود مقادیر بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل مزارع یونجه مورد بررسی را نشان می‌دهد. میزان متوسط بهره‌وری آب آبیاری ۱/۱٦ کیلوگرم بر متر مکعب بود. میزان متوسط بهره‌وری آب یونجه در استان فارس و کشور به ترتیب ۱/۳۵ و ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. میزان متوسط بهره‌وری آب

یونجه که توسط سازمان خواروبار جهانی (فائو) ارائه گردیده بین ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. بنابراین میزان بهره‌وری آب آبیاری یونجه در شهرستان ارسنجان، از میانگین استان فارس و میانگین فائو کمتر شده است. مهم‌ترین علت کاهش بهره‌وری آب آبیاری یونجه در ارسنجان این است که اغلب مزارع یونجه شهرستان تحت سیستم آبیاری غرقابی سنتی بوده و کشاورزان مدیریت آبیاری دقیقی را روی مزارع یونجه اعمال نمی‌کنند.



شکل۳- مقایسه مقادیر آب مصرفی با نیاز آبی یونجه

جدول ۱- مشخصات مزارع یونجه مورد بررسی

مزرعه	دبی مزارع (لیتر بر ثانیه)	مساحت مزارع (هکتار)	آب آبیاری مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عملکرد خشک (تن در هکتار)	بهره وری آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)	بهره وری آب کل (کیلوگرم بر متر مکعب)
۱	۲۸/۶	۷	۲۴۷۱۹	۱۷	۰/۲۸	۰/۶۲
۲	۱۱/۱	۱	۷۶۹۳	۲۱	۲/۷۳	۲/۰۲
۳	۱۳/۱	۱/۵	۱۹۲۷۱	۲۲	۱/۱٤	۱/۰۰
٤	۵/۷	۱	۱۲۲۴۷	۱۶	۱/۳۱	۱/۰۷
۵	۱۷/۶	۱/۵	۱۸۲۴۸	۱۵	۰/۸۲	۰/۷۲
٦	۳۶/۳	۴	۲۶۱۰۰	۲۱	۰/۸۰	۰/۷۳
۷	۱۳/۹	۴	۱۵۷۵۱	۱۵	۰/۹۵	۰/۸۱
۸	۷/۰	۴	۱۲۰۹۶	۱۵	۱/۲٤	۱/۰۱
حداقل	۵/۷	۱	۷٦۹۳	۱۵	۰/۲۸	۰/٦۲
حداکثر	۳٦/۳	۷	۲٦۱۰۰	۲۲	۲/۷۳	۲/۰۲
میانگین	۱٦/۷	۳	۱۷۰۱٦	۱۷/۸	۱/۱٦	۱/۰۰

به طور کلی نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که در اغلب مزارع یونجه مورد بررسی، میزان آب مصرفی بیشتر از حد مورد نیاز بوده که باعث کاهش بهره‌وری آب گردیده است. این افزایش مصرف می‌تواند باعث کمبود سهمیه آب در نظر گرفته شده

برای مزارع در انتهای فصل شود. بنابراین یکی از مهمترین توصیه‌ها برای کاهش مصرف آب مزارع یونجه منطقه، تغییر سیستم‌های آبیاری غرقابی سنتی به سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری است. سیستم آبیاری قطره‌ای مورد استفاده می‌تواند به صورت سطحی و یا زیرسطحی باشد. در سیستم‌های زیر سطحی لوله‌ها در زیر سطح خاک و در عمق حدود ۳۵-۴۰ سانتی‌متری قرار می‌گیرند (٤). در آبیاری قطره‌ای سطحی، نوارهای آبیاری به فاصله ۵۰ تا ۷۵ سانتی متر بسته به بافت خاک بر روی سطح زمین قرار می‌گیرند و برنامه آبیاری را با توجه به شرایط محیطی تنظیم می‌کنند. هنگام برداشت، با کشیدن ابتدای نوارها و جمع‌آوری آنها بر روی فاصله لوله‌های مانیفولد اقدام و پس از برداشت، مجددا در محل خود پهن می‌شوند (شکل٤).

شکل٤- نحوه استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در یونجه

با توجه به برداشت حداکثر شش چین یونجه در این منطقه، نیاز است تا نوارها شش بار جمع و پهن گردد. برای جمع کردن به یک نفر و برای پهن کردن به دو نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. همچنین برای انجام آبیاری هم بطور متوسط به یک نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. یعنی در کل سال به ٢٤ نفر روز کارگر در هکتار نیاز می‌باشد. در آبیاری بارانی برای هر مرتبه برداشت محصول ٤ نوبت آبیاری و در کل سال ٢٤ نوبت آبیاری و ٢٤ نفر روز کارگر در هکتار نیاز است. در آبیاری سطحی به ۳ نوبت آبیاری و در هر نوبت ۲ کارگر و در کل ٣٦ نفر روز کارگر در هکتار نیاز می‌باشد. بنابراین از لحاظ کارگری و راحتی کار، استفاده از سیستم آبیاری قطره ای نواری سطحی مقرون به صرفه بوده و در مصرف آب هم کاهش قابل ملاحظه‌ای صورت می‌گیرد.

اما بایستی در نظر داشت که فقط تغییر سیستم آبیاری کافی نبوده و بکارگیری برنامه‌ریزی آبیاری که در دفترچه‌های طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای ذکر می‌شود ضروری است. نکته مهم دیگر تناسب سهمیه در نظر گرفته در کنتورهای هوشمند و دقت عملکرد این کنتورها می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که بعضی از این کنتورها با دقت واسنجی نشده که باعث می‌شود آب تحویلی در نظر گرفته شده توسط کنتورهای هوشمند با میزان واقعی آب تحویل شده تفاوت داشته باشد. همچنین بایستی میزان سهمیه آب لحاظ شده در کنتورهای هوشمند با میزان نیاز آبی مطابقت داشته باشد. عدم دقت کنتورهای هوشمند یا عدم تخصیص سهمیه مناسب می‌تواند باعث ناکارآمد شدن سیستم‌های آبیاری نوین که با هزینه‌های هنگفتی تهیه و نصب می‌شوند گردد. همچنین باعث ناکارآمدی برنامه‌ریزی آبیاری مزارع می‌گردد. کشاورزان و کارشناسان می‌توانند با روش ساده حجمی که در بخش توصیه ها به آن اشاره شده است، کنتورهای هوشمند موجود را مورد ارزیابی قرار داده و در صورت عدم دقت کافی، نسبت به رفع مشکل اقدام نمایند.

توصیه ترویجی

۱- به طور معمول راندمان سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از بارانی و راندمان سیستم‌های آبیاری بارانی بیشتر از سطحی (غرقابی) است. بنابراین با تغییر سیستم آبیاری می‌توان از مصرف زیاد آب جلوگیری کرد به شرط آنکه برنامه‌ریزی آبیاری توصیه شده توسط طراحان سیستم آبیاری رعایت شود. توصیه می‌شود برای آبیاری مزارع یونجه از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری سطحی یا زیرسطحی استفاده شود. در آبیاری قطره‌ای سطحی بهتر است نوارهای تیپ را به فواصل ٦٠ سانتی متر و طول حداکثر ٦٠ متر پهن نمود و فاصله قطره‌چکان‌ها روی لوله ها ۲۰ سانتی باشد (بر اساس تجربیات نویسندگان مقاله). در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عمق کارگذاری لوله ها ۳۵-٤٠ سانتی متر توصیه شده است(٤).

۲-افزایش دقت کنتورهای هوشمند: ممکن است کنتورهای هوشمند نصب شده بر روی چاهها، خراب بوده یا به درستی 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 می‌تواند 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 خوانده‌شده 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 منطقه ای یا شرکت‌های مربوطه اطلاع داد تا در اسرع وقت نسبت به بررسی دقیق تر و حل مشکل اقدام شود.

فهرست منابع

۱- 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.

۲- شاهرخ نیا، م.ع.، اسلامی، ا.، و جوکار، ا. ۱٤۰۱. بررسی میزان آب کاربردی در مزارع و باغات مجهز شده به کنتورهای هوشمند آب در دشت ارسنجان فارس. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی منابع آب، ۱۵(۵۳): ۱۳-۲۸.

۳- شاهرخ نیا، م.ع. و اسلامی، ا. ۱٤۰۱. راهکارهای افزایش بهره وری آب در مزارع گندم مجهز شده به کنتورهای هوشمند در ارسنجان. مجله ترویجی حفظ و بهره وری آب، ۵: ۱-٦.

٤- طایفه رضایی، ح. و منصوری، پ. ۱۳۹٦. آبیاری قطره ای زیر سطحی یونجه. بروشور ترویجی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

5-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.

6-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.