کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه
۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

دستگاه اتوماتیک ثبت پیشروی آب در آبیاری سطحی

یاسین اسروش[۱]، بهروز مصطفی‌زاده[۲]، سیدسعید اسلامیان[۳]

چکیده

اندازه‌گیری سرعت پیشروی آب در آبیاری سطحی از اهمیت خاصی برخوردار است. توزیع آب نفوذ یافته در طول مزرعه و نتیجتاً اتلاف آب و راندمان آبیاری تحت تأثیر پیشروی آب در طول مزرعه قرار دارند. اگر سرعت پیشروی آب با دقت بالا اندازه‌گیری گردد، زمان قطع جریان را که منجر به کاهش اتلاف آب آبیاری و افزایش راندمان آب آبیاری گردد را می‌توان براساس سرعت پیشروی آب تعیین نمود. از طریق اندازه‌گیری سرعت پیشروی آب اتوماتیک نمودن سیستم راحت‌تر انجام می‌گیرد. در این مطالعه یک دستگاه الکترونیکی و اتوماتیک ثبت پیشروی آب در طول مزرعه طراحی و ساخته شد. دستگاه ساخته شده ساده، سبک، کوچک و کم خرج است و می‌تواند به کامپیوتر متصل گردد و سیگنال رسیدن آب به نقاط مختلف در طول مزرعه را به دستگاه کنترل کننده مرکزی در مزرعه ارسال کند تا در صورت لزوم بعد از رسیدن آب به نقطه معین در طول مزرعه سیستم انتقال آب به مزرعه قطع گردد. بعد از اینکه آب به سنسورهای نصب شده در نقاط مختلف در طول مزرعه رسید سیگنال به بخش مونیتورینگ دستگاه ارسال خواهد شد. یک مزرعه آزمایشی آبیاری جویچه‌ای برای ارزیابی دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. سنسورها در فواصل ۵ متری در طول جویچه آزمایشی نصب گردیدند. آب با دبی ثابت به جویچه انتقال یافت. ارقام پیشروی آب با استفاده از دستگاه و با استفاده از اندازه‌گیری مستقیم برداشت شد. نتایج نشان داد که دستگاه قادر است با دقت بالائی پیشروی آب در طول جویچه را بطور اتوماتیک اندازه‌گیری کند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سطحی، پیشروی، دستگاه اتوماتیک ثبت پیشروی، اتوماتیک نمودن

۱- دانشجوی گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشیار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- دانشیار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

پیشرفت در ساخت تجهیزات آبیاری، طراحی، افزایش راندمان آبیاری، اجرا و مدیریت زراعی در دو دهه اخیر قابل توجه بوده است و همچنان ادامه دارد. پیشرفتها در تکنولوژی آبیاری به آبیارها کمک می‌کند تا با اطلاعات مناسب و به هنگام تر، سیستمهای آبیاری، آبهای زیرزمینی و بارندگی را مدیریت کنند (۲ و ۳). سنسورهای رطوبت خاک و دیگر دستگاههای الکترونیکی از سال ۱۹۷۰ بعنوان ابزاری برای مدیریت آبیاری و برنامه ریزی و بهره مندی مناسب از آب باران جهت آبیاری بهتر و موثرتر توسط بسیاری از آبیارها در کشورهای توسعه یافته استفاده می‌شوند.

یکی از رایجتری روش‌های آبیاری کشتزارها، آبیاری سطحی است که در آن آب به صورت ثقلی در روی زمین جریان یافته و سطح زمین به عنوان جذب کننده و انتقال دهنده آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. آبیاری سطحی قدیمیترین، ساده ترین، قابل اطمینان ترین و در اغلب موارد از لحاظ اقتصادی به صرفه ترین روش آبیاری است. لیکن برای کارآمد تر شدن احتیاج به اصلاح از نظر روش آبیاری و مدلسازی ریاضی دارد (۳ و ۵).

دشواری در مدل سازی مشخصات نفوذ خاک تحت آبیاری سطحی و نبود تجهیزات قابل اطمینان برای اندازه گیری متغیرهای متعدد، مانع از پذیرش تکنولوژی برای بهینه ساختن این روش ساده آبیاری بوده است. مدلهای ریاضی مناسب و همساز با کامپیوتر در سال ۱۹۸۰ در دانشگاه ایالتی یوتا به خوبی پیشرفت کردند و پس از آن در سال ۱۹۹۰در دانشگاه کوئیزلند جنوبی بهبود پیدا کرده و برنامه‌هایی به آنها افزوده شد. در کنار توسعه برنامه‌های کامپیوتری، دستگاههای دقیق الکترونیکی (که داده‌های ورودی مورد نیاز مدلها را تامین می‌کردند) مانند سنسورهای پیشروی، جریان سنج و دیتالاگر طراحی و ساخته شدند.

با توجه به نبود چنین دستگاههایی در کشور عزیزمان ایران، گران بودن نمونه‌های خارجی و نیاز مبرم بخش کشاورزی به این تجهیزات، اقدام به طراحی و ساخت سنسورهای تشخیص پیشروی جریان سطحی آب در مزارع آبیاری سطحی گردید تا با استفاده از آن در کنار سایر تجهیزات اتوماتیک کردن آبیاری بتوان با اعمال مدیریت بهتر راندمان کاربرد آب را افزایش، آب مصرفی مزارع را کاهش و روشهای سنتی آبیاری را تغییر داد و استفاده از نیروی انسانی را به حداقل رساند و نهایتا محصول بیشتری تولید کرد.

مجموعه طراحی و ساخته شده برای تعیین دقیق زمان قطع و یا قطع و وصل جریان آب (در مورد آبیاری موجی) در آبیاری سطحی شامل جویچه، نوار و کرت با توجه به مسافت و ترسیم دقیق نمودار پیشروی جریان آب و دیگر کاربردهای مشابه و مرتبط با پارامترهای زمان- مسافت استفاده می‌شود. همچنین در آبیاری موجی (سرج) که از روشهای مدرن آبیاری سطحی است برای تشخیص پایان فاز پیشروی در کنار سرج والوها مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴ و ۶). قابل ذکر است که دستگاه سرج والو نیز برای نخستین بار در کشور توسط نویسندگان مقاله حاضر طراحی و ساخته شده است (۱).

مواد و روشها

اندازه‌گیری کمیتهای فیزیکی در یک مزرعه کشاورزی به پارامترهای قابل بررسی و تجزیه و تحلیل با استفاده از روش‌های رایج دستی و مشاهده مستقیم عموما بسیار وقت گیر، نیازمند نیروی انسانی، پر زحمت، پر هزینه و گاهی هم کم دقت می‌باشد. پیشرفتهای دو دهه اخیردر علوم الکترونیک و کامپیوتر به ما این اجازه را می‌دهد تا عناصری را که اصطلاحا "سنسور" می‌نامیم جایگزین عامل انسانی برای مشاهدات معمول، تکراری و وقت گیر کنیم. هر سنسور بسته به طراحی به تغییراتی که در هوا، آب و خاک اتفاق می‌افتد واکنش نشان داده و امکان ثبت آن به صورت عددی را فراهم می‌سازد. این گیرنده‌های حساس می‌توانند از لحاظ مدار الکترونیکی و ساختمان پروبها بسیار ساده و یا در حد یک کامپیوتر تک بورد کوچک که قابلیت تجزیه و تحلیل داده‌های برداشتی در محل را دارد پیشرفته باشند. تکنولوژیهای مختلفی در زمینه ساخت این سنسورها به کار گرفته می‌شوند که از برجسته ترین آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد:

القا الکترومغناطیس، رسانایی الکتریکی، ترانزیستورهای اثر میدانی انتخاب کننده یون، سنسورهای اپتو الکترونیک، سنسورهای تشخیص جابجایی التراسونیک و ترکیبی از این تکنولوژیها.

دستگاهی که در این پژوهش طراحی و ساخته شده است مجهز به یک سیستم میکروکنترل است که امکان ارتباط همزمان دستگاه با بیش از ۱۰۰ سنسور را فراهم می‌نماید.

اجزا و شیوه کارکرد دستگاه:

۱- گیرنده و آشکارساز سیگنال (شکل۱- الف)

۲- پروبها و فرستنده‌های سیگنال (شکل۱ - ب)

الف)

ب)

شکل۱- الف) گیرنده و آشکارساز سیگنال (دستگاه مادر) ب) فرستنده سیگنال (سنسور)

فرستنده‌های سیگنال درون مزرعه و به فواصل مورد نظر از یکدیگر قرار می‌گیرند و به صورت سیمی‌یا بیسم با دستگاه مادر (گیرنده وآشکارساز سیگنال) که در بیرون از زمین و در جای مناسب قرار داده می‌شود در ارتباط هستند. توضیح هر بخش بشرح زیر است.

گیرنده و آشکارساز سیگنال

بطور کلی کیت الکترونیکی این بخش دارای واحد محاسبه و پردازش (آی سی میکروکنترولر)، حافظه استاتیک برای ثبت داده‌های برداشت شده با ظرفیتی در حدود ۲۰۰۰ داده، گیرنده و آشکار ساز امواج رادیویی، پورت استاندارد برای اتصال به رایانه، رابط کاربر بصورت صفحه نمایش (LCD)، صفحه کلید (Keypad) و آنتن است. تغذیه دستگاه به عهده یک باتری خشک ۱۲ ولتی ۱۲۰۰ میلی آمپر- ساعت قابل شارژ می‌باشد که پس از ۷ تا ۱۰ ساعت شارژ توسط شارژر با توجه به جریان مصرفی مدار که در حدود ۴۰ میلی آمپر است، حداکثر ۳۰ ساعت جوابگوی دستگاه خواهد بود. دستگاه مادر (شکل ۱- الف) در ابعاد ۱۵×۱۵×۶ سانتیمتر و به وزن تقریبی ۶۰۰ گرم (بدون باتری) می‌باشد. کاربرد هر یک از اجزاء نشان داده شده در شکل ۱- الف بشرح زیر می‌باشد (شکل ۲):

شکل۲- صفحه نمایش، صفحه کلید، کلید روشن و خاموش و سایر اجزا رابط کاربر

الف) صفحه کلید

۱- F1: برای بازگشت به وضعیت اولیه و خارج شدن از وضعیت مد.

۲- F2: پس از فشار دادن کلید Enter حافظه بر روی نقطه شروع ست می‌شود.

۳- F3: جهت پاک کردن حافظه استاتیک دستگاه پس از تایید بوسیله کلید Enter.

۴- Enter: با فشار دادن این کلید وارد مد حافظه خواهیم شد و از طریق کلید ۸ به تعداد داده‌های ثبت شده و بوسیله کلیدهای ۷ و ۹ به مقادیر موجود در حافظه دسترسی خواهیم داشت. همچنین کلید E برای انتقال داده‌های برداشت شده از حافظه به رایانه از طریق پورت استاندارد به کار می‌رود.

۵- A: این کلید دستگاه را وارد مد بیسیم می‌کند. با فشار دادن کلید Start دستگاه آماده دریافت امواج رادیویی (سیگنال) از طریق آنتن خود می‌گردد و به طور همزمان تایمر دستگاه نیز فعال می‌شود.

LED زرد رنگ که مرتبا خاموش و روشن می‌شود نشان دهنده قرار گیری دستگاه در این وضعیت است. حال اگر جبهه پیشروی به پروبهایی که در مزرعه قرار دارند برسد سیگنالی برای دستگاه مادر فرستاده می‌شود که نتیجه آن ذخیره زمان دریافت پیام در حافظه استاتیک دستگاه، روشن شدن LED سبز رنگ و به صدا در آمدن بوق الکترونیکی (Buzzer) برای چند ثانیه است.

۶- B: در این مد ارتباط سنسورها با دستگاه مادر از طریق سیم می‌باشد. مانند وضعیت A تایمر فعال شده و آماده ثبت زمان به محض دریافت سیگنال می‌گردد.

۷- C: در این حالت دستگاه را می‌توان به عنوان یک تایمر صرف، دارای حافظه با امکان بازیابی برای ذخیره پارامتر زمان، جهت آزمایشهایی که در مزرعه انجام می‌شوند به کار برد.

۸- D: این کلید به همراه چند کلید دیگر جهت تنظیمات داخلی دستگاه به کار می‌رود.

ب) صفحه نمایش: برای مشاهده تغییرات احتمالی در تنظیمات دستگاه، انتخاب مد مورد نظر و مشاهده و بازیابی داده‌های ذخیره شده در حافظه دستگاه به کار می‌رود.

ج) کلید سیاه رنگ: برای روشن و خاموش کردن دستگاه می‌باشد.

د) کلید زرد رنگ: با فشار آن دستگاه از کار متوقف شده و آماده دریافت دستور از کاربر می‌گردد.

ه) کلید سبز رنگ: بک لایت صفحه نمایش است و امکان مشاهده در تاریکی را فراهم می‌کند.

پروبها و فرستنده‌های سیگنال

این بخش همانطور که گفته شد در مزرعه و در مسیر حرکت جریان آب قرار می‌گیرد. کیت الکترونیکی آن مجهز به یک مدار حساس برای تشخیص رطوبت، تولید کننده و فرستنده سیگنال و پورت اتصال برای ارتباط سیمی، آنتن و پروبهایی (شکل۳- ب) است که در کف جویچه یا نوار گذاشته می‌شوند.

الف)

ب)

شکل۳- الف) سیم رابط بین دستگاه مادر و سنسورها ب) پروبهایی که در مسیر جریان قرار می‌گیرند

تغذیه مدار به عهده باتری ۹ ولت کتابی ۲۰۰ میلی آمپر – ساعت از نوع قابل شارژ است که دستگاه را برای حدودا ۵۰۰ بار استفاده کفایت می‌کند. دستگاه (شکل ۱- ب) در ابعاد ۴×۸×۱۱ سانتیمتر و به وزن تقریبی ۱۵۰ گرم می‌باشد. سر سفید رنگ پروبها (که در واقع مکعبی از تفلون به ابعاد ۲×۲×۱ و دو قطعه کوچک ورق آهن گالوانیزه است) در کف جویچه آبیاری و در مسیر جریان آب قرار داده شده و فیش آن به جعبه سنسور متصل می‌گردد. کلید سیاه رنگ (شکل۴- الف) قرار گرفته در پهلوی بدنه پلاستیکی برای روشن و خاموش کردن و کلید فشاری کنار آن برای ری ست و آماده نمودن مدار جهت تشخیص رطوبت استفاده می‌شود.

الف)

ب)

ج)

د)

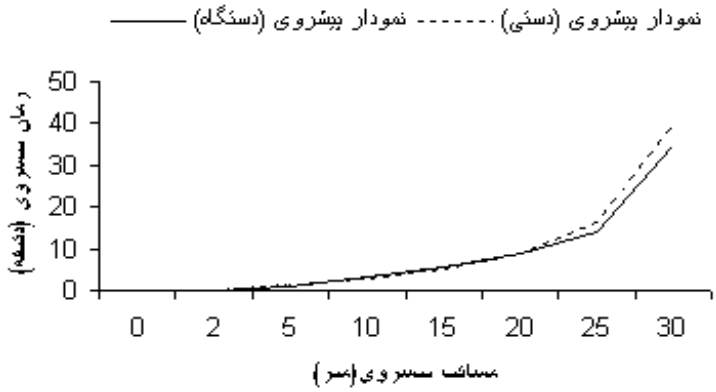
شکل۴- الف) کلید روشن و خاموش و ری ست ب)، ج) و د) نزدیک شدن جریان آب به پروب و عبور از روی آن

نتیجه‌گیری و بحث

جهت ارزیابی دستگاه آزمایشی در مزرعه خزانه دانشگاه صنعتی اصفهان (شکل۵) انجام شد و سنسورها با فواصل مساوی ۵ متری از یکدیگر، در ۷ ایستگاه در مسیر جریان آب در طول جویچه‌های آبیاری قرار داده شدند.

شکل۵- نمایی از مزرعه خزانه دانشگاه صنعتی اصفهان و محل تست دستگاه

آزمایش با سنسورها جهت حصول اطمینان ۵ بار تکرار گردید. در کنار داده برداری توسط دستگاه، زمان‌های پیشروی آب در جویچه به صورت دستی جهت مقایسه نهایی یادداشت شدند. در پایان نمودار پیشروی که از دو روش اندازه‌گیری با دستگاه و اندازه‌گیری مستقیم بدست آمد جهت مقایسه رسم گردید (شکل ۶).



شکل ۶- نمودار پیشروی آب در جویچه با اندازه‌گیری دستی و استفاده از دستگاه

شکل ۶ شباهت بسیار نزدیک نتایج حاصل از دو روش اندازه‌گیری دستی و اندازه‌گیری توسط دستگاه را نشان می‌دهد. در حالت دستی حداکثر دقت در داده برداری به کار گرفته شد و دستگاه الکترونیکی نیز با کنترل قبلی انجام شده بر روی آن بدون خطا اقدام به ذخیره زمانهای مربوط به پیشروی نموده است. اندک تفاوت موجود و عدم انطباق صد در صد دو نمودار برهم بدلیل عواملی چون تاخیر چند ثانیه ای در قرائت مستقیم می‌باشد و شکل ۶ نشان می‌دهد که دستگاه پیشنهادی قادر است پیشروی آب در طول

مزرعه را با دقت بسیار بالا ثبت کند. از ارقام ثبت شده می‌توان برای فرمان قطع و وصل جریان آب و یا تغییر از روش جریان پیوسته به جریان آبیاری موجی و یا سایر روش‌های آبیاری سطحی استفاده کرد تا آبیاری بصورت دلخواه براساس کاهش اتلاف آب آبیاری انجام پذیرد.

سپاسگذاری

بدین وسیله از آقایان مهندس سانیان دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی اصفهان و مهندس مظاهری دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف به خاطر همکاری و راهنمایی صمیمانه و از دانشگاه صنعتی اصفهان بخاطر تامین هزینه طرح و سایر امکانات پژوهشی سپاس گذاری می‌گردد.

فهرست منابع

۱- اسروش، ی.، مصطفی‌زاده، ب. و س. اسلامیان. ۱۳۸۲. طراحی و ساخت دستگاه اندازه‌گیر خودکار نوسانات سطح آب. مجموعه مقالات هشتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان ۸-۷ بهمن، صفحات ۱۸۱-۱۷۵.

۲- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۷۵. آبیاری موجی. گروه کار آبیاری مکانیزه و میکرو. وزارت نیرو. ۱۴۸ ص.

۳- مصطفی زاده، ب. و ف. موسوی. ۱۳۷۵. آبیاری سطحی: تئوری و عمل (ترجمه). انتشارات فرهنگ جامع. ۴۹۶ ص.

4- Fekersillassie; D. and D. E. Ensenhauer., (2000), "Feedback-controlled surge irrigation: I. Model development." Trans. of the ASAE, 43 (6): 1621-1630.

5- Stringham; G. E., and J. Keller. Proc., (1979), "Surge flow for automatic irrigation. Presented at the July. 1979, ASCE Irrig. and Drain. Div. Special conference, held at Albuquerque. N. M.., pp. 132-142.

6- Walker, W. R. 2003. Sirmod III: Surface irrigation simulation, evaluation and design. Utah State University, Logan, Utah, U. S. A. Available at: www.irri-net, org/sirmod/-9k.

7- Yonts; C. D., E. Eisenhauer, and D. Fekersillassie., (1996), "Impact of surge irrigation on furrow advance." Trans. of the ASAE, 39 (3): 973-979

Automatic water advance recorder for surface irrigation

Y. Osroosh, B. Mostafazadeh and E. Eslamian

Former Student and Associate Professors, Irrigation Department, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Abstract

The measurements of the water advance in surface irrigation are important. Water distribution along the field and consequently water losses and irrigation efficiency are influenced by water advanced along the field. If water advance front be measured accurately, the cut-off time can be determined based on the advance time which results in less runoff or deep percolation and higher application efficiency. Easier automation is another advantage of monitoring water advance front. In this study an automatic and electronic water advance recorder with high accuracy was designed and manufactured. The equipment is simple, light, small and inexpensive and can be connected to the computer in the field to analyze the data and send signal to the water delivery system to the furrows to shout down the system when water reaches to the certain point along the field. After water reaches to the probes that are installed at predetermined distances along the field, the signal will be send to the monitoring portion of the device. A furrow irrigation experimental field was used for the field test. The probes were installed on the soil surface inside the furrows at 5 meters distance interval along the field. Constant discharge was delivered to each furrow. Advance water was measured by the probes and also by direct methods. The results showed that the device is able to accurately measure and stored water advance data.

Keywords: Surface irrigation, advance, automatic water advance recorder, automation