نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۱۹۰-۱۸۱

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 181-190

مقاله علمی-پژوهشی

طراحی، ساخت و اجرای آزمایشگاه استاندارد تست هیدرولیکی لوله های سفالی تراوا

شهرام اشرفی[۱]

چکیده

برای بررسی و مطالعه دقیق قطعات سفالی، نیاز به ابزارهای دقیق آزمایشگاهی و مزرعه ای می باشد که تا این تاریخ وسیله استانداردی تعریف نشده است. ساخت و توسعه دستگاه‌های استاندارد برای اندازه‌گیری میزان انتشار کپسول‌های رسی متخلخل هدف اصلی این تحقیق بود. در این پروژه ابتدا اقدام به ساخت یک دستگاه بیست واحده اندازه‌گیری تراوش، با رعایت استاندارد پیشنهادی ISO 6775 تست قطره چکان ها، شده است. مقدار تراوش از هر واحد این دستگاه، در فشار هیدرواستاتیک ۲ متر، در حد ۰/۱ الی ۰/۵ لیتر در ساعت می باشد. حداکثر فشار هیدرولیکی در سیستم کمتر از ۵ متر و از نوع هیدرو استاتیک انتخاب شده است. دومین دستگاهی که در این تحقیق ساخته شده، دستگاه تک واحده قابل حمل در مزرعه برای اندازه گیری تراوش سفال می باشد. با این دستگاه، بدون اینکه سفال از خاک بیرون آورده شود، اندازه‌گیری تراوش در مزرعه انجام می‌پذیرد. برای تست راست آزمائی دستگاه‌های مذکور، از روش بار هیدرولیکی ثابت با استفاده از سیفون ماریوت برای اندازه گیری تراوش استفاده شده است. در بار هیدرولیکی ثابت، از مولد فشار هیدرو استاتیک که مجهز به سیفون ماریوت می‌باشد استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمایشات تراوش با دستگاه‌های ساخته‌شده با نتایج حاصل از روش‌های بار هیدرولیکی ثابت، بر روی بیست عدد سفال، با یکدیگر مقایسه شده است. مقایسه مقادیر به‌دست‌آمده از ضریب تغییرات در دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی با سیفون ماریوت نشان می‌دهد که تفاوت ضریب تغییرات محاسبه‌شده در دستگاه‌های مذکور با سیفون ماریوت در حد ۰/۰۰۳۹ و ۰/۰۰۰۵۳ می‌باشد که بسیار ناچیز و قابل‌اغماض می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با اطمینان کامل از دستگاه‌های ساخته‌شده برای اندازه‌گیری مقدار تراوش از گسیلنده‌ها در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی در طرح‌های تحقیقاتی و همچنین آزمون گسیلنده‌هایی که توسط شرکت‌های مختلف ساخته می‌شوند استفاده نمود.

واژه‌ها کلیدی: آبیاری زیرسطحی، بار هیدرولیکی، تراوش آب و سفال، کپسول رسی متخلخل

مقدمه

آبیاری زیرسطحی سفالی یکی از روش‌های صرفه‌جویی در آب، کم‌هزینه و ساده است که کارایی خوب آن بارها با تحقیقات در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، هند و کشورهای آفریقایی اثبات شده است. این روش آبیاری به دلیل کمترین تبخیر سطحی و نفوذ عمقی آب در مناطق خشک مناسب است، زیرا با این روش مقدار موردنیاز آب به‌طور مستقیم به منطقه ریشه اعمال می‌شود (Siyal and Skaggs, 2009; Siyal et al. 2009; Tesfaye et al., 2012; Siyal et al., 2013; Vasudevan et al., 2014; Ansari et al., 2015). از عوامل بسیار مهمی که باید در به‌کارگیری یک سامانه آبیاری در مزارع و باغات به آن توجه خاص شود، راندمان کاربرد آب توسط سامانه آبیاری می‌باشد. این بدان معنی است که نقاط مختلف یک مزرعه باید به اندازه مساوی آب دریافت کنند. با توجه به این‌که در آبیاری زیرسطحی سفالی، گسیلنده‌های سفالی آخرین قسمت سیستم آبیاری می‌باشد و آب را به خاک و به اطراف ریشه گیاهان تحویل می‌دهند، بنابراین آن‌ها می‌توانند نقش بسیار مهمی در تحویل مقدار مساوی آب به گیاهان در نقاط مختلف یک مزرعه ایفا کنند. اگر گسیلنده‌های سفالی از نظر هیدرولیکی از یکنواختی مناسبی برخوردار باشند، می‌توان امیدوار بود که راندمان کاربرد آب در مزرعه بسیار خوب و قابل‌قبول باشد. در غیر این صورت آب کاربردی در مزرعه به صورت غیر یکنواخت

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی و کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (* نویسنده مسئول: shah1343@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶
DOR: 20.1001.1.24764531.1399.7.2.14.3

بین گیاهان در نقاط مختلف مزرعه تقسیم و نباید انتظار تولید حداکثر محصول را داشته باشیم. دراین ارتباط ضریب تغییرات آبدهی گسیلنده‌های به عنوان معیاری برای سنجش یکنواختی آبدهی آن‌ها بکار گرفته می شود. در این خصوص باید قبل از استفاده از قطعات سفالی در مزارع و باغات، نسبت به تعیین این شاخص اقدام کرد. زمانی می‌توان این شاخص را اندازه‌گیری کرد که یک وسیله استاندارد و روش استاندارد برای اندازه‌گیری آن وجود داشته باشد. عدم آگاهی از این شاخص و شاخص‌های هیدرولیکی دیگر، از نظر اقتصادی صدمات جبران ناپذیری به سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران و کاربران وارد می‌کند. لذا، برای ارزیابی گسیلنده‌های متخلخل مانند کپسول‌های سفالی، ساخت یک دستگاه استاندارد و همچنین راه اندازی یک آزمایشگاه که قابلیت اندازه‌گیری مشخصه هیدرولیکی آن‌ها را داشته باشد، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در غیر این صورت، تولیدکنندگان بدون در نظر گرفتن ملاحظات هیدرولیکی لازم، اقدام به تولید قطعات غیراستاندارد و مصرف‌کنندگان، بدون اطلاع از مشخصات هیدرولیکی آن ها اقدام به استفاده و درنهایت موجب ضرر و زیان جبران ناپذیر به اقتصاد کشور و بخصوص بخش کشاورزی می‌گردد. اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع گسیلنده‌های مورداستفاده در آبیاری زیرسطحی، توجه بعضی از محققین را به خود جلب کرده است. ابو زریق و آتوم با کاربرد روش اصلاح‌شده بار افتان و روش بار ثابت، هدایت هیدرولیکی اشباع بدنه ۱۴ کوزه ساخته‌شده در اردن را موردبررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات نشان داد که هر دو روش بار افتان و بار ثابت دقت کافی دارند اما انجام روش بار افتان ساده‌تر و سریع‌تر گزارش شده است. در تحقیق مذکور، مقادیر اندازه‌گیری شده هدایت هیدرولیکی بدنه کوزه‌ها ۰/۲۲ تا ۲/۳۷ میلی‌متر در روز گزارش شده، که متناسب با افزایش دمای پخت، افزایش می‌یابد. علاوه بر آن، شدت تراوش کوزه‌ها در خارج از خاک ۰/۶ تا ۳/۷ لیتر در ساعت گزارش شده است که همبستگی زیادی با هدایت اشباع بدنه کوزه‌ها دارد (Abu-Zreig, 2004). در تحقیقی دیگر، آجیت و همکاران از دو روش بار افتان و بار ثابت برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع استفاده نمودند. کوزه‌های مورداستفاده توسط این محققین، از تولیدکنندگان محلی در منطقه نیمه مرطوب هندوستان، با ضخامت متوسط ۶/۵ میلی متر در چهار حجم مختلف ۵، ۱۰، ۱۷ و ۲۵ لیتر (به ترتیب، تیپ D,C,B,A) تهیه شده است. نتایج گزارش‌شده توسط این محققان نشان داده است که هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده به هر دو روش مذکور در انواع کوزه‌ها، متناسب با افزایش اندازه و ضخامت کوزه روند کاهشی داشته است. آن ها علت این امر را تغییرات اندک و نسبتاً ثابت فشار هیدرو استاتیک آب (۱۳ تا ۱۷/۵ سانتی‌متر) در عین افزایش سطح متأثر از قطعه سفالی گزارش نموده‌اند (Ajit et al., 2007). در تحقیقی دیگر، گوپتا و همکاران استفاده از لوله‌های سفالی برای آبیاری گیاهان ردیفی را به‌صورت خطی (Line-source) گزارش نمودند. کلیه آزمایش های این محققان در دو بافت خاک (شنی ریز و لوم شنی) و اعمال فشار هیدرو استاتیک آب ۲۰ تا ۱۲۰ سانتی متر در شرایط آزمایشگاهی انجام و مقادیر مشاهده شده تراوش آب از لوله سفالی در خاک با مقادیر برآورد شده مدل USGS-VS2D مقایسه نموده‌اند. گوپتا و همکاران اظهار داشته‌اند که در شرایط خاک غیراشباع، شدت تراوش لوله سفالی،۱۵ درصد بیشتر از تراوش آن در خارج از خاک بود، اما در فشارهای هیدرو استاتیک بالاتر از ۳۵ سانتی‌متر، تفاوت قابل‌توجهی مشاهده نگردید (Gupta et al., 2009). ابوزریک و همکاران در یک مطالعه مزرعه‌ای مشاهده نمودند که حجم تجمعی تراوش کوزه‌های سفالی با مقدار آبگذری آن‌ها نسبت خطی و مستقیم دارد. با افزایش مکش خاک، میزان تراوش کوزه تابع قانون دارسی است و متناسب با افزایش سطح ویژه کوزه، افزایش می‌یابد. کوزه‌هایی که میزان تراوش آن‌ها بیش از مقدار تجمعی تبخیر و تعرق است، برای آبیاری و کوزه هایی که مقدار تراوش کمتر از تبخیر و نزدیک به آن دارند، برای کم آبیاری مناسب است (Abu-Zreig et al., 2009). سیال و همکاران به ارزیابی فنی- هیدرولیکی سیستم آبیاری سفالی در پاکستان پرداختند. آنان روی کوزه‌هایی با حجم ۱۱، ۱۵ و ۲۰ لیتر تحقیق نمودند نتایج تحقیق آنان نشانگر آن بود که کوزه های کوچک در مقایسه با کوزه‌های بزرگ، با دارا بودن نصف اندازه، هدایت هیدرولیکی دو برابر و

جبهه رطوبتی تقریباً یکسان دارند. همچنین، نتایج شبیه سازی برای کوزه های بزرگ نشان داد که پخش افقی رطوبت در خاک‌های ریزبافت، بیشتر از خاک‌های درشت‌بافت است (Siyal and Skaggs., 2009). تاکنون شرکت‌های مختلفی اقدام به ساخت قطعات سفالی نموده‌اند و موفقیت‌های نسبی در زمینه آبیاری بعضی از گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک را به نمایش گذاشته اند ولی برای ارزیابی قطعات سفالی ساخته شده توسط این شرکت ها، وسیله استاندارد و روش استانداردی توسط مراجع ذیصلاح ارائه نشده است. در کلیه مطالعات انجام شده فوق الذکر، بیشتر به خصوصیات هیدرولیکی تک سفال توجه شده و مقایسه مقدار تراوش گروهی سفال‌ها برای به دست آوردن ضریب تغییرات ساخت (CV[1]) و ارزیابی یکنواختی تراوش آن‌ها به صورت گروهی توجهی نشده است. در این تحقیق سعی شده است وسایل استاندارد برای اندازه گیری تراوایی گسیلنده های متخلخل، اعم از سفال، پلاستیک، پلی اتیلن و غیره ساخته شود. با توجه به اینکه گسیلنده های سفالی در فشار هیدرو استاتیک یک الی چهار متر کار می کنند، بنابراین می توان امیدوار بود که با ساخت وسایل اندازه‌گیری مناسب برای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، بتوان از آن‌ها برای اندازه‌گیری و ارزیابی کارکرد گسیلنده های مذکور استفاده نمود. با توجه به کمبود آب در کشور و ضرورت استفاده از سامانه های زیرسطحی برای آبیاری گیاهان مختلف (همانند سامانه آبیاری زیرسطحی سفالی)، ارزیابی کارکرد این نوع گسیلنده ها با روش ها و وسایل استاندارد از ضروریات بسیار مهم در کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه در ارتباط با گسیلنده‌های کم‌فشار نظیر لوله های متخلخل رسی هیچ گونه استانداردی موجود نیست، در این تحقیق برای طراحی و ساخت وسایل استاندارد اندازه گیری تراوش از گسیلنده های مذکور، به پیشنهاد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (Institute of Standards and Industrial Research of Iran)ISIR به شماره ۶۷۷۵ از استاندارد شماره ISO 9621 به نام تجهیزات آبیاری در کشاورزی (۲۰۰۴) الهام گرفته شده است. این استاندارد برای لوله های متخلخل (لوله‌هایی که در تمام طول آن‌ها خلل و فرج وجود دارد) کاربرد ندارد و نیز شامل عملکرد لوله ها در مقابل گرفتگی نمی شود. مواردی که باید بر اساس استاندارد مذکور رعایت گردد به شرح ذیل می‌باشد.

فشار آب و میزان جریان در سیستم

فشار آب باید با ابزارهای دارای قابلیت اندازه گیری با خطای حداکثر یک درصد مقدار واقعی اندازه گیری شود. در طول مدت آزمون، فشار نباید بیش از ۲٪ درصد تغییر کند. میزان جریان باید با ابزارهای اندازه گیری با خطای حداکثر ۵٪ میزان جریان اسمی، انداز ه گیری شود.

تعداد واحدها

تعداد واحدهای مورد آزمون برای قطره‌چکان‌ها ۲۵ عدد می باشد که به علت حجیم و طویل شدن طول دستگاه اندازه گیری، تعداد واحدهای مورد آزمون ۲۰ عدد در نظر گرفته شده است.

میزان جریان ورودی و اندازه‌گیری از هر خروجی

میزان جریان واحدها را هنگامی‌که فشار آب در ورودی واحدها معادل فشار اسمی آزمون باشد اندازه گیری می نمایند. میزان جریان اندازه گیری شده هریک از واحدها را جداگانه ثبت می نمایند. ضریب تغییرات (Cv) جریان را از رابطه ذیل محاسبه می‌نمایند:

$$C_v = \frac{Sq}{q} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن:

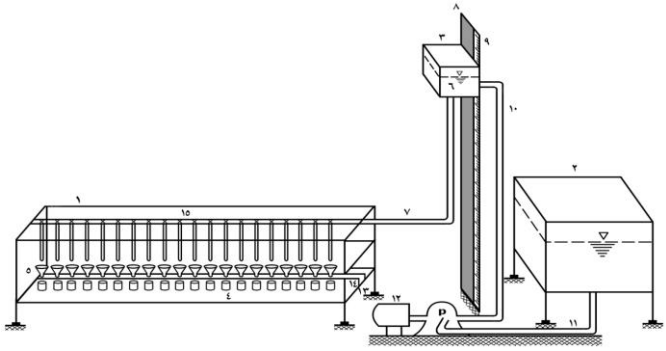
S_q: انحراف معیار جریان از هر واحد بر حسب لیتر در ساعت

q: میانگین جریان نمونه از هر واحد بر حسب لیتر در ساعت

میزان آبدهی قطعات سفالی در سامانه آبیاری از مشخصه های بسیار مهم هیدرولیکی است که طراح در مرحله طراحی سامانه و کشاورز در مرحله بهره‌برداری از سامانه باید نسبت به آن اطلاع و اطمینان داشته باشد. در این ارتباط حجم آب عبوری در مقاطع مختلف یک خط لوله انتقال دهنده آب به قطعات سفالی زمانی قابل‌محاسبه است که اطلاع کافی از میزان تراوش آب از بدنه

[1] Manufacturing coefficient of variation

سفال‌ها وجود داشته باشد. با توجه به این‌که خلل و فرج موجود در بدنه سفال‌ها نقش انتقال آب از داخل لوله‌های سفالی به خارج از لوله را دارند، بنابراین طبق قانون دارسی میزان تراوش آب از لوله‌های سفالی، به مقدار ضریب آبگذری بدنه سفال و فشار هیدرولیکی داخل سیستم بستگی دارد. در این خصوص باید رابطه بین میزان تراوش و فشار آب داخل سامانه مشخص گردد. با توجه به اینکه آبیاری زیرسطحی سفالی در گروه سامانه‌های کم فشار قرار دارد (فشار هیدرولیکی ۱ الی ۵ متر)، بنابراین برای ایجاد فشار هیدرولیکی لازم در سیستم نیازی به الکتروپمپ مولد فشار نمی‌باشد و باید از نیروی هیدرو استاتیک آب استفاده شود. برای این هدف، اجزاء تشکیل‌دهنده دستگاه اندازه‌گیری تراوش آب از قطعات متخلخل سفالی یا هر گسیلنده تراوا به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است.



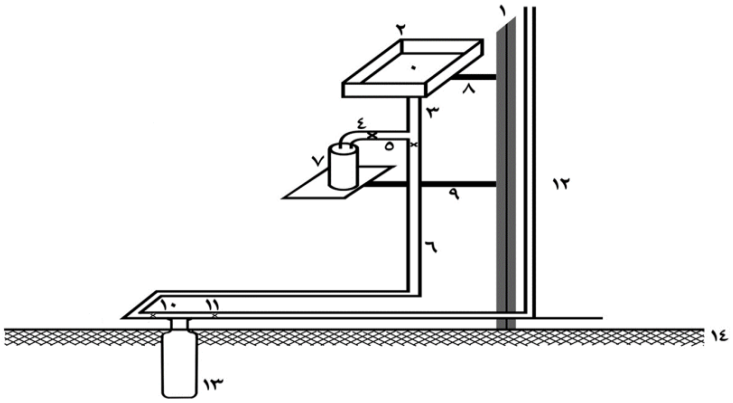
شکل ۱- شماتیک دستگاه اندازه‌گیری تراوش گسیلنده‌های تراوا در شرایط آزمایشگاهی

قطعات بکار رفته در دستگاه به شرح ذیل می‌باشد:

- محفظه اندازه‌گیری
- مخزن هوایی ذخیره آب
- ظروف جمع کننده آب
- قیف‌های هادی جریان
- شناور الکترونیک در مخزن هوایی
- لوله قابل‌انعطاف
- پایه ثابت
- اشل اندازه‌گیری رقوم
- لوله قابل‌انعطاف برای آبگیری مخزن هوایی
- لوله آب‌گیری از مخزن زمینی
- الکتروپمپ
- ناودانی هدایت‌کننده جریان به زهکش آزمایشگاه
- سینی متحرک

در یک پروژه صحرائی، معمولاً پس از اجرای پروژه و کارگذاری لوله‌های سفالی در مجاورت هر درخت، برای ارزیابی پروژه، نیاز به اندازه‌گیری میزان تراوش آب از سفال و تغییرات آن در طول زمان می‌باشد. در این ارتباط دو گزینه مطرح می‌گردد. در گزینه اول باید هر لوله سفالی، ۵ تا ۶ بار در طول فصل رشد از داخل خاک بیرون آورده شده و به آزمایشگاه انتقال یابد و پس از اندازه‌گیری تراوش، مجدداً به محل اصلی خود در خاک برگردانیده شود. این روش بسیار سخت، زمان‌بر و دارای خطا می‌باشد. خطای اندازه‌گیری در این روش به این خاطر است که وقتی لوله از داخل خاک بیرون کشیده می‌شود، اثر مکش خاک بر روی میزان تراوش را نمی‌توان اندازه‌گیری نمود. گزینه دوم عبارت است از طراحی و ساخت دستگاهی که بتوان میزان تراوش را در مزرعه، بدون اینکه سفال از خاک بیرون آورده شود، اندازه‌گیری نمود. تاکنون چنین دستگاهی توسط محققانی که در زمینه آبیاری زیرسطحی سفالی کار می‌کنند ساخته نشده است. این دستگاه دارای یک چهارپایه فلزی به ارتفاع دو متر به همراه یک مخزن سه لیتری آب همراه با شیرهای قطع و وصل جریان و یک محفظه جمع‌آوری آب باقی‌مانده در پایان هر آزمایش می‌باشد. با توجه به اینکه فشار هیدرولیکی موردنیاز در سامانه آبیاری زیرسطحی سفالی در مزرعه توسط محققین مختلف دو متر اعلام شده است، لذا دستگاه موردنظر نیز برای فشار هیدرولیکی ۲ متر طراحی شده است. این دستگاه به‌وسیله شیرهای کنترل، قادر به قطع جریان آب از منبع تغذیه‌کننده مزرعه و اتصال به منبع طراحی‌شده در خود دستگاه می‌باشد.

در مدت‌زمان معین، میزان آب تخلیه‌شده از منبع تغذیه‌کننده دستگاه، معرف میزان تراوش آب از هر قطعه سفالی می‌باشد. با توجه به اینکه اندازه‌گیری میزان تراوش در محل مزرعه انجام می‌پذیرد، میزان تراوش واقعی سفال که نتیجه فشار آب در سیستم و مکش خاک و مکش احتمالی ریشه است، اندازه‌گیری می‌گردد (شکل ۲).

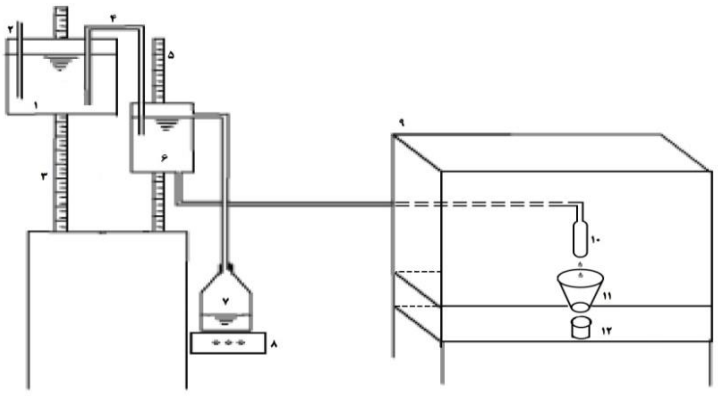


شکل ۲- شماتیک دستگاه اندازه‌گیری تراوش گسیلنده‌های تراوا در شرایط مزرعه (در داخل خاک)

قسمت‌های مختلف این دستگاه به شرح ذیل می‌باشد:

- پایه نگه دارنده ضمائم
- مخزن هوایی آب
- لوله هادی جریان آب
- شیر و لوله جمع کننده آب باقیمانده در مخزن هوایی
- شیر وصل‌کننده جریان برای شروع آزمایش
- لوله هادی جریان به گسیلنده
- مخزن جمع کننده باقی‌مانده آب در مخزن هوایی
- پایه‌های نگه‌دارنده
- شیرهای قطع و وصل جریان
- مانومتر (manometer)
- گسیلنده مدفون در خاک
- سطح طبیعی زمین

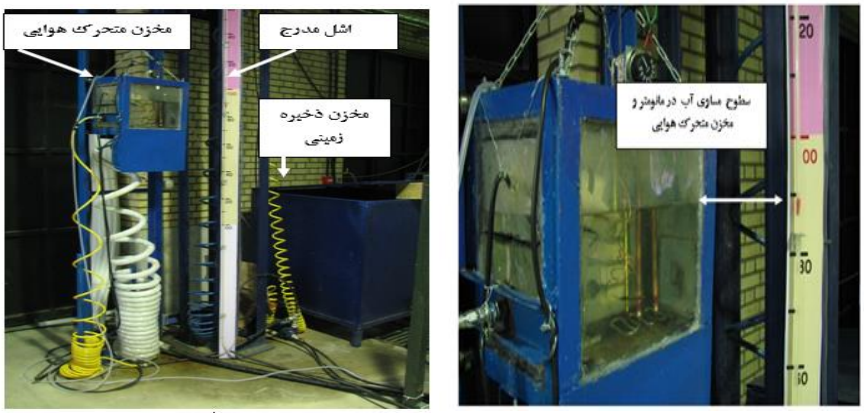
برای راست آزمائی دستگاه‌های ساخته‌شده، از سیفون ماریوت استفاده شده است (شکل ۳). برای این منظور، ۲۰ قطعه سفال انتخاب و شماره‌گذاری شده و میزان تراوایی آن‌ها در فشار هیدرو استاتیک ثابت ۱ متر با دستگاه‌های ساخته‌شده (آزمایشگاهی و صحرایی) و همچنین سیفون ماریوت اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه شده و در نهایت ضریب تغییرات تراوش (C_v) در هر دستگاه و سیفون ماریوت محاسبه شده است.



شکل ۳- سیفون ماریوت برای راست آزمایی دستگاه‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای (Ashrafi, 2001)

نتایج و بحث

پس از طراحی دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی، اقدام به ساخت آن‌ها در مجموعه کارگاهی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی گردید. شکل‌های ۴ و ۵ نشان‌دهنده نمای کلی دستگاه ۲۰ واحده آزمایشگاهی می‌باشد. دستگاه اندازه‌گیری تراوش به روش صحرایی نیز در شکل ۶ و ۷ نشان داده شده است.



شکل ٤- مخزن ذخیره زمینی، اشل مدرج، مخزن متحرک هوایی

شکل ٥- نمای کلی دستگاه ۲۰ واحده در حال اندازه گیری تراوش گسیلنده ها در آزمایشگاه فنی و مهندسی

شکل ٦- نمای دستگاه تک واحده اندازه‌گیری تراوش گسیلنده سفالی در شرایط صحرایی به روش نقطه‌ای

شکل ۷- اندازه‌گیری تراوش سفال مدفون در خاک در باغ پسته مجهز به سامانه آبیاری زیرسطحی سفالی در منطقه کرمان (روش اندازه‌گیری خطی Line source)

همان‌طور که در فوق اشاره شد، برای راست آزمائی دستگاه‌های ساخته‌شده، از سیفون ماریوت استفاده شده است. برای این منظور، آزمایش‌های اندازه‌گیری تراوش از ۲۰ قطعه سفال در فشار هیدرو استاتیک ثابت ۱ متر با دستگاه‌های ساخته‌شده (آزمایشگاهی و صحرایی) و همچنین سیفون ماریوت انجام پذیرفت که نتیجه حاصل از اندازه‌گیری‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اندازه‌گیری تراوش گسیلنده‌های سفالی برای راست آزمایی دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی با استفاده از سیفون ماریوت

شماره قطعه سفال	طول قطعه سفال (سانتی‌متر)	مدت‌زمان آزمایش (دقیقه)	آبدهی گسیلنده در فشار هیدرو استاتیک ۱ متر (لیتر در ساعت در متر طول)			ضریب تغییرات (٪)
			سیفون ماریوت	دستگاه آزمایشگاهی	دستگاه صحرایی	
۱	۳۴	۶۰	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۹	سیفون ماریوت
۲	۳۵	۶۰	۱/۰۵	۱/۰۳	۱/۰۶	
۳	۳۳/۵	۶۰	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۵	C_v= 51.062%
۴	۳۶	۶۰	۱/۴۵	۱,۴۵	۱/۴۴	
۵	۳۴	۶۰	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۳	
۶	۳۴	۶۰	۱/۷۵	۱/۷۸	۱/۷۱	
۷	۳۵	۶۰	۱/۲۵	۱/۱۹	۱/۲۵	
۸	۳۵/۵	۶۰	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۸۸	
۹	۳۴	۶۰	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	دستگاه آزمایشگاهی
۱۰	۳۴/۵	۶۰	۲/۰۵	۲/۰۲	۲/۰۴	
۱۱	۳۵	۶۰	۲/۶۲	۲/۵۸	۲/۶۲	C_v= 50.668%
۱۲	۳۵	۶۰	۱/۲۸	۱/۲۳	۱/۲۶	
۱۳	۳۴	۶۰	۱/۳۶	۱/۳۵	۱/۳۳	
۱۴	۳۶	۶۰	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۶	
۱۵	۳۵	۶۰	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۸	
۱۶	۳۴/۵	۶۰	۱/۷۳	۱/۷۱	۱/۷۱	
۱۷	۳۳	۶۰	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۶	دستگاه صحرایی
۱۸	۳۴	۶۰	۲/۸۴	۲/۸۲	۲/۸۵	
۱۹	۳۵	۶۰	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۸	C_v= 51.008%
۲۰	۳۴	۶۰	۲/۴۲	۲/۳۹	۲/۴۲	

در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده تراوش قطعات سفالی با سیفون ماریوت، مقادیر اندازه‌گیری شده تراوش با دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی در فشار هیدرو استاتیک ۱ متر نشان می‌دهند که تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در بین تراوش گسیلنده‌ها در دستگاه‌های مورداستفاده وجود ندارد. در این ارتباط ضریب تغییرات تراوش (CV) برای هر دسته از مقادیر تراوش محاسبه شده است که ضریب مذکور برای دستگاه‌های سیفون ماریوت، آزمایشگاهی و صحرایی به ترتیب ۵۱/۰۶۲، ۵۰/۶۶۸ و ۵۱/۰۰۸ درصد می‌باشد. مقایسه مقادیر به‌دست‌آمده از ضریب تغییرات در دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی با سیفون ماریوت نشان می‌دهد که تفاوت ضریب تغییرات محاسبه‌شده در دستگاه‌های مذکور با سیفون ماریوت در حد ۰/۰۰۳۹ و ۰/۰۰۰۵۳ است که بسیار ناچیز و قابل‌اغماض می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با اطمینان کامل از دستگاه‌های ساخته‌شده برای اندازه‌گیری مقدار تراوش از گسیلنده‌ها در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی در طرح‌های تحقیقاتی و همچنین آزمون گسیلنده‌هایی که توسط شرکت‌های مختلف ساخته می‌شوند استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

آگاهی از مشخصات و ماهیت هیدرولیکی هر گسیلنده که برای آبیاری گیاهان زراعی و باغی بکار می‌رود، فاکتور بسیار مهمی برای مدیریت و بهره‌برداری مناسب از کل سیستم می‌باشد. رابطه دبی- فشار (تراوائی) گسیلنده از فاکتورهای بسیار مهم برای برنامه‌ریزی آبیاری و مدیریت مزرعه می‌باشد. در این ارتباط سؤال‌های مختلفی از جمله آیا یک آزمایشگاه استاندارد برای اندازه‌گیری تراوش در یک سیستم کم‌فشار وجود دارد؟ در صورت موفقیت قطعات سفالی برای آبیاری گیاهان گلخانه‌ای، باغی و بعضی گیاهان زراعی؛ و تولید این قطعات توسط شرکت‌های مختلف، آیا مرجعی برای ارزیابی این قطعات وجود دارد؟ آیا ابزارها و دستگاه‌های استاندارد برای ارزیابی تراوایی این نوع گسیلنده‌ها وجود دارند؟ آیا روش یا روش‌های استاندارد برای ارزیابی این قطعات سفالی تعریف شده است؟ تا این تاریخ، شرکت‌های مختلفی اقدام به ساخت قطعات سفالی نموده‌اند و موفقیت‌های نسبی در زمینه آبیاری بعضی از گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک را به نمایش گذاشته‌اند ولی برای ارزیابی قطعات سفالی ساخته‌شده توسط این شرکت‌ها، وسیله استاندارد و روش استانداردی توسط مراجع ذیصلاح ارائه نشده است. در این تحقیق سعی شده است وسایل استاندارد برای اندازه‌گیری تراوایی گسیلنده‌های متخلخل، اعم از سفال، پلاستیک، پلی‌اتیلن و غیره ساخته شود. با توجه به اینکه گسیلنده‌های سفالی در فشار هیدرو استاتیک یک الی چهار متر کار می‌کنند، بنابراین می‌توان امیدوار بود که با ساخت وسایل اندازه‌گیری مناسب برای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، بتوان از آن‌ها برای اندازه‌گیری و ارزیابی کارکرد گسیلنده‌های مذکور استفاده نمود. مقایسه مقادیر به‌دست‌آمده از ضریب تغییرات در دستگاه‌های آزمایشگاهی و صحرایی با سیفون ماریوت نشان می‌دهد که تفاوت ضریب تغییرات محاسبه‌شده در دستگاه‌های مذکور با سیفون ماریوت در حد ۰/۰۰۳۹ و ۰/۰۰۰۵۳ می‌باشد که بسیار ناچیز و قابل‌اغماض می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با اطمینان کامل از دستگاه‌های ساخته‌شده برای اندازه‌گیری مقدار تراوش از گسیلنده‌ها در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی در طرح‌های تحقیقاتی و همچنین آزمون گسیلنده‌هایی که توسط شرکت‌های مختلف ساخته می‌شوند، استفاده نمود.

منابع

Abu-Zreig, M. 2009. Factors Affecting Water Seepage Rate of Clay Pitchers in Arid Lands. University of Sharjah. Journal of Pure Applied Science. 6 (1): 59-80.

Abu-Zreig, M.M., and Atoum, M. F. 2004. Hydraulic Characteristics and Seepage Modelling of Clay Pitchers Produced in Jordan. Canadian Biosystems Engineering. 46: 1.15-1.20.

Ajit, N., K. Virendra, K. Mahesh, R.C. Purohit , B.S. Singhvi .2007. Hydraulic Study of Earthen Pitchers. Journal of Agricultural Engineering. 44 (2): 88-92.

Ashrafi, Sh. 2001. Simulation of Water Flow in the Soil under Subsurface Porous Clay Pipe. PhD Dissertation. Asian Institute of technology: School of Civil Engineering (AIT), Bangkok, Thiland. December 2001.

Gupta, A.D., M.S. Babel, and Sh. Ashrafi. 2009.

Soil science, 174 (6), 312-320.

Stein, T., 1998. Development and evaluation of design criteria for pitcher irrigation systems. Beiheft no. 66, selbstverlag des verbandes der tropenlandwirte. Witzenhausen ev, witzenhausen.

Stein, T.M. 1998. Development and Evaluation of Design Criteria for Pitcher Irrigation Systems. Ph. D. Desertation.

Tesfaye, T., Tesfaye, K. & Woldetsadik, K., 2012. Clay pot irrigation for tomato (lycopersicon esculentum mill) production in the north east semiarid region of ethiopia. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS). 112 (1): 11-18.

Vasudevan, P., Thapliyal, A., Tandon, M., Dastidar, M. & Sen, P., 2014. Factors controlling water delivery by pitcher irrigation. Irrigation and Drainage, 63 (1), 71-79.

Effect of soil texture on the emission characteristics of porous clay pipe for subsurface irrigation. Irriggation Science. 27: 201-208.

ISO 9261 : 2004 , Agricultural irrigation equipment – Emitters and emitting pipe – Specification and test methods.

Siyal, A. & Skaggs, T.H., 2009. Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation. Agricultural water management. 96 (6): 893-904.

Siyal, A., Van Genuchten, M.T. & Skaggs, T., 2013. Solute transport in a loamy soil under subsurface porous clay pipe irrigation. Agricultural Water Management. 121: 73-80.

Siyal, A.A., and T.H. Skaggs. 2009. Measured and Simulated Soil Wetting Pattern under Porous Clay Pipe Subsurface Irrigation. Agric. Water Manage. 96: 893-904.

Siyal, A.A., Van Genuchten, M.T. & Skaggs, T.H., 2009. Performance of pitcher irrigation system.

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 181-190

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۱۹۰-۱۸۱

Design, construction and implementation of standard laboratory for hydraulic testing of permeable clay pipes

Sh. Ashrafi[1]

Abstract

To investigation and careful study pottery parts, precise laboratory and field tools are needed, which to date has not been defined as a standard tool. The main purpose of this study was to construction and development of standard devices for measuring the emission of porous clay capsule. In this project, first, a twenty-unit percussion measuring device has been constructed, in compliance with the proposed ISO 6775 standard for drip testers. The amount of seepage from each unit of this device, at a hydraulic pressure of 2 meters, is about 0.1. To 0.5 Liters per hour. The maximum hydraulic pressure in the system is less than 5 meters and is selected from the hydrostatic type. The second device developed in this research is a single portable device in the field for measuring pottery seepage. With this device, seepage is measured in the field without removing the pottery from the soil. To test the accuracy of the mentioned devices, a fixed hydraulic head method using a marriott siphon was used to measure the seepage. At constant hydraulic head, a hydrostatic pressure generator equipped with a marriott siphon is used. The results of seepage tests with manufactured devices are compared with the results of fixed hydraulic head methods on twenty pieces of pottery. Comparison of the values obtained from the coefficient of change in laboratory and field devices with Marriott siphon shows that the difference between the coefficient of variation calculated in the mentioned devices with Marriott siphon is between 0.0039 and 0.00053, which is very small and negligible. Therefore, built devices can be used with complete confidence to measure the amount of emissions from emitters in laboratory and field conditions in research projects as well as testing emitters made by different companies.

Keywords: Seepage, Hydraulic head, porous clay capsule, Subsurface irrigation, Water and pottery leakage

[1] Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Corresponding author Email: shah1343@yahoo.com)
Received: 29 December 2020
Accepted: 6 March 2021