نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۶،ص.۱۰۶۹-۱۰۶۰

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 4, Sept.-Oct.2017, p. 1060-1069

مقایسه کارائی روش‌های آبیاری کوزه‌ای، قطره‌ای ثقلی و تراوا در محدوده فشارهای ثقلی

مجید عرب فرد[۱]-علی شاهنظری[۲*]-میرخالق ضیاتبار احمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴

چکیده

مشکلات اجرای آبیاری کوزه‌ای همچون هجوم ریشه گیاه به سمت کوزه و مشکل پرکردن دستی کوزه‌ها از آب، مانع از توسعه کاربرد این روش آبیاری شده است. لذا بررسی کارایی روش جایگزین آبیاری‌کوزه‌ای مانند آبیاری تراوا وقطره‌ای‌ثقلی، می‌تواند به عنوان راهکاری برای برون‌رفت از معضل توأمان کمبود آب و انرژی مطرح شود. به این منظور تحقیقی آزمایشگاهی با هدف شناسایی خصوصیات هیدرولیکیاین سه روش آبیاری انجام شد. در این تحقیق در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی،برخی از مشخصات هیدرولیکی سه تیمار روش آبیاری فوق‌الذکردر سه فشار آب ۰/۵ متر، ۱/۵ متر و ۳ متر بررسی شد و با اندازه‌گیری حجم آب خارج‌شده تحت فشار ثابت آبیاریدر مدت یکساعت، دبی ۱۰ نمونه از هر تیمار،در طی هفت تکرار محاسبه شد و نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، مشخص شد که بیشترین یکنواختی توزیع بین نمونه‌ها در آبیاری قطره‌ای ثقلی بوده و در آبیاری تراوا ضمن بالابودن ضریب تغییرات ساخت، کمترین یکنواختی توزیع بین نمونه‌ها مشاهده شده است. همچنین با مقایسه میانگین اثر سطوح فشار آبیاری در یکنواختی توزیع در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن، مشخص شد که با افزایش فشار، یکنواختی توزیع بیشتر خواهد شد. لذا به جهت حفظ یکنواختی توزیع بالاتر پیشنهاد می‌شود که بیشترین فشارثقلی جهت طراحی و اجرا انتخاب شود.در این تحقیق طی دو ماه کارکرد تیمارها،به طور متوسط دبی لوله تراوا کم شد و با افزایش ضریب تغییرات ساخت و کم‌شدن یکنواختی توزیع، عملکرد ضعیف این روشآبیاری در محدوده فشارهای ثقلی نتیجه گرفته‌شد. این در حالی است که تیمار قطره‌ای‌ثقلی در کلیه تکرارها از ثبات مشخصات هیدرولیکی برخوردار بوده و در تیمار کوزه‌ای نیز حتی با گذشت زمان، دبی نمونه‌ها به طور متوسط افزایش یافته است. لذا با منظورکردن پایین‌بودن ضریب تغییرات ساخت و بالابودن یکنواختی توزیع به عنوانمشخصه‌های برتری هیدرولیکی، از بین سه روش مذکور به ترتیب روش آبیاری قطره‌ای‌ثقلی، روشآبیاری‌کوزه‌ای و روش آبیاری‌تراوا و از بین فشارهای‌ثقلی مورد بررسی نیز، فشار ۳ متر به عنوان فشار مناسب توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشارثقلی، ضریب تغییرات ساخت، یکنواختی توزیع

مقدمه

نشت کم آب از کوزه و امکان استفاده از آن در توزیع آرام آب مورد نیاز گیاه و استفاده از آن در توسعه جنگل‌کاری و فضای سبز، باعث رویکرد نیاکان ما به استفاده از آبیاری کوزه‌ایبه عنوان یکی از روش‌های آبیاری گیاهانشد(۴، ۱۱ و ۲۰). عالمی (۴) در جریان مطالعه آبیاری کوزه‌ای به این نتیجه رسید که انتقال نمک‌های محلول خاک درآبیاری کوزه‌ای تا عمق بیشتری نسبت به قطره‌ای انجام می‌شود و با مقدار یکسان آب کاربردی، در آبیاری کوزه‌ای نمک اضافی از پروفیل رطوبت،آبشویی می‌شود. همچنین تحقیق جواهری (۱۰) در زمینه آبیاری کوزه‌ای نشان داد که مشکلات اجرایی همچون هجوم ریشه گیاه به سمت کوزه، مشکل پرکردن دستی کوزه‌ها و کم آبیاری ناشی از مشخصات تراوش ازکوزه‌های معمول، مانع از توسعه کاربرد این روش آبیاریمی‌شود. لیکن با توجه به اهمیت افزایش راندمان آبیاری و جلوگیری از تلفات آب و با هدف رفع مشکلات این تکنیک آبیاری، قربانی واقعی (۹) با تغییر در ساختار فیزیکی کوزه، نشان داد که می‌توان بسیاری از مسایل و معضلات فراروی این تکنیک آبیاری را مرتفع کرد.

از سوی دیگر در آبیاری تحت فشار قطره‌ای، هدف از کاربرد گسیلنده آن است که فشار نسبتاً زیاد جریان آب در شبکه خطوط لوله به فشار اتمسفری تبدیل شود تا جریان آب به صورت قطره قطره

۱، ۲ و ۳-به ترتیب دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(* -نویسنده مسئول: (Email: aliponh@yahoo.com
DOI: 10.22067/jsw.v31i4.60460

امکان‌پذیر باشد لذا از یک‌طرف با استفاده از پمپ، حداقل فشار موردنیاز کارکرد گسیلنده و افت‌های سیستم شامل افت‌های مسیر و افت تاسیسات فیلتراسیون تامین می‌شود و از طرف دیگر با کاربرد گسیلنده مناسب، فشار شبکه به فشار اتمسفری تبدیل می‌شود تا جریان خروجی آب از گسیلنده به صورت قطره‌قطره برقرار شود.لذا درصورت داشتن قطره‌چکان‌هائی که توانائی خروج آب در فشار کمتر را دارند اگر بتوان با اعمال نیروی کمتری توزیع آب در این سیستم‌ها را انجام داد، لزومی به افزایش فشار توسط پمپ وکاهش فشار توسط گسیلنده نخواهد بود.

احمدی و معراجی (۲) برای اولین بار با معرفی قطره‌چکان‌های ثقلی GDI[1]و پس از آن عرب‌فرد (۶) با استفاده ازقطره‌چکان‌های معمول در آبیاری قطره‌ای، به معرفی توانائی‌های سیستم آبیاری قطره‌ای‌ثقلی اقدام نمودند.در همین زمینه با توجه به کاربرد آبیاری قطره‌ای‌ثقلی در فضاهای محدودو با توجه به مطالعاتی پیرامون طراحی قطره‌چکان‌های مناسب سیستم قطره‌ای‌ثقلی، می‌توان باکاربرد نیروی ثقل و یا فشارهای پائین بدون نیاز به نیروی محرّکه پمپ در آبیاری قطره‌ای‌ثقلی برای استفاده در فضاهای وسیع‌تر همچون باغات و اراضی زراعی نیز اقدام نمود (۲، ۷، ۱۵ و ۱۶). این سیستم از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه و از نظر بهره‌برداری زارع آسان و نزدیک به روش‌های معمولی آبیاری می‌باشد. با حذف ایستگاه پمپاژ، ضمن حذف هزینه‌های مربوطه، هزینه‌های جاری تأمین انرژی و بهره‌برداری و نگهداری ایستگاه پمپاژ حذف می‌گردد (۱۸). لوله‌های مورد استفاده در این سیستم‌ها با توجه به فشار کار بسیار پایین می‌تواند کاملاً با لوله‌های مورد استفاده در آبیاری تحت‌فشار متفاوت باشد و می‌توان دراین سیستم از لوله و اتصالات با تحمل فشارپایین‌تر (PN کمتر) و در نتیجه ضخامت و هزینه کمتر استفاده کرد. همچنین از دیگر مزایای این سیستم نصب ساده و آسان با توجه به فشار بسیار پایین سیستم می‌باشد. مبانی اصلی عملکرد این سیستم بر تقلیل فشار مورد نیاز قطره‌چکان قرار دارد و بدین لحاظ کل شبکه با فشارکم قابل طراحی است (۲).

عرب‌فرد و همکاران (۷) با بررسی مشخصات هیدرولیکی تعدادی از قطره‌چکان‌های مناسب آبیاری قطره‌ای ثقلی به مطالعه در زمینه تعیین ضریب یکنواختی پرداخته‌اند. براساس نتایج این تحقیق قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و قطره‌چکان‌های GDI برای شبکه آبیاری قطره‌ای ثقلی مناسب‌ترین قطره‌چکانتشخیص داده شدند.

صالحی و مهدوی‌مزده (۱۸) نیز طی یک پژوهش به ارزیابی فنی و اقتصادی یک سیستم آبیاریقطره‌ای کم‌فشار در کشت و صنعت مگسال قزوین پرداختند. در این پژوهش قسمتی از سیستم آبیاریقطره‌ای کم‌فشار که در زمینی به وسعت هشت هکتار به اجرا در آمده‌بود، ارزیابی شد. در این تحقیق تعدادی از شاخص‌های ارزیابی یکنواختی شامل دبی میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات ساخت و ضریب یکنواختی کاربرد آب کریستین‌سنمحاسبه شد. اگرچه این شاخص‌ها وضعیت سیستم را در حد بسیار مطلوب توصیف نمی‌کنند اما در کنار سایر مزایای این سیستم از جمله کاهش هزینه‌ها و مصرف انرژی می‌توان این مقادیر را قابل قبول ارزیابی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که هزینه‌ها در سیستم کم‌فشار به حدود نصف میزان آن در آبیاری تحت‌فشار متداول کاهش یافته است.

از یک‌طرف با توجه به آنکه آبیاری کوزه‌ای از قدیم به‌عنوان یکی از روش‌های آبیاری با راندمان بالا معرّفی شده ولیکن بررسی مشخصات هیدرولیکی این سیستم به‌عنوان یکی از کمبودهای مطالعاتی آن بیان شده است (۶ و ۸) و از طرف دیگر با توجه به نقش موثر انرژی در مسائل اقتصادی پروژه‌ها منجمله پروژه‌های آبیاری، مقرّر شد که با استفاده از فشارهای ثقلی، برخی از مشخصات هیدرولیک آبیاری کوزه‌ای و آبیاری قطره‌ای ثقلی به‌عنوان روشی جدید در آبیاری موضعی مورد بررسی قرار گیرد. لذا با بررسی و مقایسه دو خصوصیت عمده از مشخصات هیدرولیکی یک قطره‌چکان (ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی توزیع) و نیز تعیین خصوصیات هیدرولیکی آبیاری تراوابه عنوان روش پیشنهادی جایگزین آبیاری کوزه‌ای در مقایسه با آبیاری قطره‌ای ثقلی و آبیاری‌کوزه‌ای آن هم با استفاده از فشارهای‌ثقلی (فشارهای ستون‌آب قابل تامین در اکثر وقایع آبیاری بدون نیاز به پمپ در حد کمتر از سه متر)، می‌توان به انتخاب راهکاری برای برون‌رفت از معضل توأمان کمبود آب و انرژی دست یافت (۵، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۹). در تحقیق حاضر با رویکردی به استفاده از فشارهای ثقلی و با هدف تعیین ضریب تغییرات ساخت و ضریب یکنواختی توزیع، به شناخت نقش فشار آب در حد فشارهای ثقلی در تغییر خصوصیات هیدرولیکی این روش‌ها، پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی و در فاصله زمانی شهریور تا آذر سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام پذیرفته است. مشخصات هیدرولیکی سه تیمار روش آبیاری‌کوزه‌ای، قطره‌ای ثقلی و تراوا تحت آبیاری باسه تیمار فشار آب معادل ۰/۵ متر، ۱/۵ متر و ۳ متر، به عنوان فشارهای ستون‌آب قابل تامین در اکثر وقایع آبیاری، بررسی شد. در هریک از فشارهای ستون آب، دبی هر تیمار با اندازه‌گیری حجم آب خروجی از۱۰ نمونه هر یک از تیمارهای روش آبیاری مورد نظر، طی هفت تکرار هر کدام در مدت یک ساعت در طول حدود دو ماه اندازه‌گیری شد. در این آزمایش جهت تامین فشار

1- Gravity Drip Irrigation

ثابت هریک از تیمارهای فشار (سطوح مختلف ستون آب)، پس از قرار دادن منبع آب در ارتفاع مناسب به گونه‌ای که سطح آب داخل این منبع نسبت به سطح مبنای قرارگیری تیمارها معادل فشار آب مورد نظر(۰/۵ – ۱/۵ – ۳/۰ متر) باشد، از شناوری در مخزن‌آب با ارتفاع مناسب استفاده شد. با انشعاب لوله ۱۶ میلی‌متر پلی‌اتیلن از مخزن‌آبه عنوان مسیر انتقال آب و یا لوله آبرسان به تیمارهای موردنظر، در هر سری آزمایش، ۱۰ نمونه از تیمارها شامل ظروف از جنس کوزه (شکل ۱)، گسیلنده‌های ثقلی و هر یک متر لوله تراوا به عنوان یک نمونه از تیمار تراوا، به مسیر انتقال آب متّصل شدند. ظروف کوزه‌ای از جنس گل رس سلولزی و به شکل استوانه با قطر ۱۵ سانتیمتر، ارتفاع پنجسانتیمتر، ضخامت حدود نیم‌سانتیمتر و سطح تراوش حدود ۸۹۰ سانتیمترمربع بوده است. با توجه به نتایج بررسی تعدادی از گسیلنده‌ها که در محدوده فشارهای‌ثقلی قابلیت کاربرد دارند (۷)، از گسیلنده‌های ثقلی مدل GDI در این تحقیق استفاده شد. لوله‌های تراوای مورد استفاده در این تحقیق نیز از نمونه لوله‌های ۱۶ میلیمتر وارداتی شرکت آناهیتا تامین شد.

شکل ۱-نمائی از ظروف کوزه‌ای با جنس گل سلولزی
Figure 1-the vision of cellulosic material pots

پس از استقرار تیمارها و از طریق بازکردن شیرفلکه مسیر انتقال آب به لوله آبرسان، جریان آب به تیمارها برقرار شد. با خروج آب از تیمارها و در نتیجه کاهش سطح آب در مخزن آب و افت شناور نصب‌شده، آب از طریق لوله ورودی به مخزن آب منتقل شد و بدین ترتیب در طی مدت یک ساعت آبیاری، همواره سطح آب در مخزن ثابت می‌ماند. پس از یک ساعت آبیاری، حجم آب خارج‌شده از نمونه‌های مورد آزمایش تحت فشار ثابت آبیاری پس ازجمع‌آوری در ظروف مناسب، توسط ظرف مدرّج، اندازه‌گیری و دبی هر یک از نمونه‌ها محاسبه شد. این آزمایش برای هر تیمار روش آبیاری و در هر فشار ستون سطح آب (تیمار فشار) در هفت تکرار انجام شد.

به منظور محاسبه ضریب تغییرات ساخت و ضریب یکنواختی توزیع فرمول‌های متعددی وجود دارد (۵ و ۱۷).در این میان می‌توان به ضریب یکنواختی کریستیانسن، ضریب یکنواختی هارت و رینولدز، ضریب یکنواختی کارملی و توزیع یکنواختی هاوائی اشاره کرد. در این تحقیق از فرمول ضریب یکنواختی کریستیانسن استفاده شده است (۳).

ضریب یکنواختی توزیع (درصد):EU

$$EU = 100 \times (1 - 1.27 \times v)\frac{\mathrm{qn}}{\mathrm{qa}} \quad (۱)$$

ضریب تغییرات ساخت (اعشار):

$$v = \frac{\mathrm{s}}{\mu} \quad (۲)$$

$$\mathrm{s}=\sqrt{\frac{\Sigma(x-\mu)^2}{N-1}} \quad (۳)$$

s =انحراف از معیار (لیتر در ساعت)N=تعداد نمونه‌ها=۱۰

x = متوسط دبی اندازه‌گیری شده تکرارهای مختلف هر نمونه در هر تیمار فشار (لیتر در ساعت)

μ =متوسط دبی‌های ۱۰ نمونه مورد استفاده در هر فشار (لیتر در ساعت)

qa= متوسط دبی (لیتر در ساعت)

qn= حداقل دبی (لیتر در ساعت)

براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا، در قطره‌چکان‌های نقطه‌ای، ضریب تغییرات ساخت کوچکتر از ۰/۰۵ به عنوان خوب، بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۰ متوسط، ۰/۱۰ تا ۰/۱۵ نسبتاً بد و

بیشتر از آن به عنوان غیرقابل قبول طبقه‌بندی می‌شود. در قطره‌چکان‌های خطی نیز ضریب بیشتراز ۰/۲۰ در گروه نسبتاً بد طبقه‌بندی می‌شود (۱).

پس از اتمام آزمایشات و داده‌برداری‌ها و پس از محاسبه معیارهای سنجش شامل ضریب تغییرات ساخت و ضریب یکنواختی توزیع، نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSSو از طریق آزمون توکی در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج داده‌برداری آزمایشات این تحقیق در جداول ۱ تا ۳ ارائه شده است. در این جداول و در خانه مربوط به هر تکرار، متوسط داده‌های ۱۰ نمونه آزمایش گزارش شده است.

همان‌گونه که از اعداد ذکر شده در جدول ۱ مشخص می‌شود، در فشار ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ سانتیمتر، دبی متوسط قطره چکان‌ها به‌ترتیب ۱/۸، ۵ و ۷/۸ لیتر در ساعت، متوسط ضریب تغییرات ساخت به‌ترتیب ۰/۰۳، ۰/۰۲ و ۰/۰۲ و متوسط یکنواختی توزیع نیز به‌ترتیب ۹۰/۳، ۹۴/۱ و ۹۳/۸ درصد می‌باشد. با توجه به آنکه در هریک از تیمارهای فشار، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌های ثقلی (GDI) مورد استفاده در این تحقیق، کمتر از۰/۰۵ می‌باشد، این نوع قطره‌چکان‌ها در طبقه خوب قرار می‌گیرند و ضریب یکنواختی توزیع بیش از ۹۰ درصد نشان از قابلیت بالای این نوع قطره‌چکان در محدوده فشارهای ثقلی دارد.

نتایج ذکر شده در جدول ۲ نیز نشان می‌دهد که در فشار ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ سانتیمتر، دبی متوسط لوله‌تراوا به‌ترتیب ۰/۳۱، ۱/۴ و ۴/۲ لیتر در ساعت در متر، متوسط ضریب تغییرات ساخت به‌ترتیب ۰/۸۸، ۰/۶۱ و ۰/۸۳ و متوسط یکنواختی توزیع نیز به ترتیب ۲/۲، ۶/۲ و ۱/۶ درصد می‌باشد. در هر تیمار فشار، تغییرات دبی نمونه‌ها در طی تکرارهای مختلف به حدی زیاد است که ضریب تغییرات ساخت آنها را بیش از حد متعارف بالا برده (بیشتر از ۰/۶) و به همین دلیل در گروه گسیلنده‌های غیرقابل قبول طبقه‌بندی می‌شوند. در این تیمار، یکنواختی توزیع نیز به حدی پائین بوده است که استفاده از این روش آبیاری را در محدوده فشارهای ثقلی نمی‌توان توصیه کرد.

جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که در فشار ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ سانتیمتر، دبی متوسط ظروف‌کوزه‌ای به‌ترتیب ۰/۳، ۱/۶ و ۲/۸ لیتر در ساعت، متوسط ضریب تغییرات ساخت به‌ترتیب ۰/۵۲، ۰/۵۲ و ۰/۴۷ و متوسط یکنواختی توزیع نیز به‌ترتیب ۱۴/۵، ۹/۹ و ۱۶/۸ درصد می‌باشد.

جدول ۱- تغییرات دبی، ضریب یکنواختی توزیع و ضریب تغییرات ساخت درروش آبیاری قطره‌ای ثقلی در طول دوره مورد مطالعه

Table 1- Changes in Discharge, coefficient of distribution uniformity and coefficient of manufacturing variation in the Gravity Drip Irrigation methods during the study period

ستون آب Head	تیمارTreatment / تکرارRepeat	قطره چکانثقلیGravity Driper						
		1	2	3	4	5	6	7
50 (سانتیمتر cm) 50	دبی Q(lph)	1.54	1.51	1.48	2.01	2.08	2.09	2.04
	انحراف معیار Standarddeviation	0.06	0.06	0.04	0.04	0.09	0.09	0.05
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.036	0.037	0.028	0.019	0.041	0.042	0.026
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	90.48	88.60	91.85	92.77	87.59	89.29	91.47
150 (سانتیمتر cm) 150	دبی Q(lph)	4.39	4.86	4.88	5.21	4.98	5.43	5.16
	انحراف معیار Standarddeviation	0.08	0.10	0.09	0.10	0.06	0.18	30.1
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.018	0.020	0.019	0.019	0.013	0.032	0.025
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	94.31	94.17	94.76	94.38	94.81	93.22	93.28
300 (سانتیمتر cm) ۳۰۰	دبی Q(lph)	7.61	7.77	7.50	7.67	7.81	7.96	8.00
	انحراف معیار Standarddeviation	0.27	0.21	0.19	0.20	0.23	0.10	0.08
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.035	0.026	0.026	0.026	0.029	0.012	0.010
	یکنواختی توزیع	94.30	92.40	94.45	92.34	91.89	95.12	95.80

Distribution Uniformity

جدول ۲- تغییرات دبی، ضریب یکنواختی توزیع و ضریب تغییرات ساخت درروش آبیاری تراوا در طول دوره مورد مطالعه

Table 2- Changes in Discharge, coefficient of distribution uniformity and coefficient of manufacturing variation in the Porous Pipe Irrigation methods during the study period

ستون آب Head	تیمارTreatment / تکرارRepeat	لوله تراواPipePorous						
		1	2	3	4	5	6	7
۵۰ (سانتیمتر 50 (cm	دبی Q(lph)	0.71	0.67	0.17	0.14	0.16	0.17	0.15
	انحراف معیار Standarddeviation	0.57	0.50	0.19	0.16	0.15	0.17	0.17
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.805	0.745	1.100	1.167	0.928	1.016	1.126
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	0.92	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
۱۵۰ (سانتیمتر 150 (cm	دبی Q(lph)	3.20	1.94	1.83	0.82	0.91	0.52	0.71
	انحراف معیار Standarddeviation	1.25	1.06	1.03	0.74	0.81	0.52	0.68
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.389	0.546	0.562	0.905	0.886	1.008	0.953
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	13.51	5.71	5.39	4.53	4.06	4.71	5.18
۳۰۰ (سانتیمتر 300 (cm	دبی Q(lph)	4.00	4.86	4.19	3.81	3.86	4.70	4.10
	انحراف معیار Standarddeviation	3.61	3.50	3.39	3.28	3.14	3.87	3.57
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.903	0.721	0.810	0.862	0.814	0.824	0.870
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	1.42	2.00	1.74	1.56	1.54	1.61	1.45

در هر تیمار فشار، تغییرات دبی نمونه‌ها در طی تکرارهای مختلف زیاد است لذا ضریب تغییرات ساخت آن‌ها نیز در حد ۰/۵ بوده است به همین دلیل این تیمار به دلیل ضریب تغییرات ساخت بالا در گروه گسیلنده‌های غیرقابل قبول طبقه‌بندی می‌شوند. در این تیمار نیز، یکنواختی توزیع در محدوده ۱۰ تا ۱۵ درصد می باشد که محدوده قابل قبولی نیست.

براساس اعداد سه جدول مذکور می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ضریب تغییرات ساخت نمونه‌های مورد آزمایش در تیمارهای ظروف کوزه‌ای و آبیاری تراوا بالا بوده که نشان دهنده عدم یکنواختی ساخت می‌باشد در حالی‌که در روش آبیاری قطره‌ای‌ثقلی، بین نمونه‌ها کمترین ضریب تغییرات ساخت مشاهده شده و این عامل بیشترین ثبات را داشته و تغییرات کمتری از نظر مشخصات هیدرولیکی در این تیمار حادث شده است.

رابطه دبی فشار تیمارها و روند تغییرات آن‌ها در شکل ۲ نشان داده‌شده است. براساس این شکل در قطره‌چکان‌های ثقلی و نیز در ظروف کوزه‌ای مورد نظر در این تحقیق، رابطه دبی فشار از یک روند یکسان با تابع نمائی لگاریتمی همسان و ضریب رگرسیون بالای ۰/۹۹ پیروی می‌کند و این نشان‌دهنده افزایش دبی با افزایش فشار می‌باشد اما این روند در لوله‌های تراوا دیده نمی‌شود.

براساس نتایج تجزیه آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تیمارها (تیمار روش آبیاری و تیمار فشار آب) در سطوح احتمال پنج درصد با استفاده از روش دانکن، نتایج زیر به دست آمده است:

افزایش فشار در آبیاری قطره‌ای‌ثقلی بیشترین تاثیر و در آبیاری کوزه‌ای کمترین تاثیر را در تغییرات دبی داشته است و به عبارتی دیگر تاثیر تغییرات فشار بر تغییرات دبی در آبیاری قطره‌ای‌ثقلی به مراتب بیشتر از تیمارهای دیگر بوده است.به این‌ترتیب با مقایسه میانگین اثر سطوح فشار آبیاری در دبی، مشخص شده که در سه روش آبیاری مورد استفاده، به احتمال ۹۵درصد افزایش فشار در حد فشارهای ثقلی باعث افزایش دبی شده است.به‌علاوه بیشترین یکنواختی توزیع بین نمونه‌ها در آبیاری قطره‌ای‌ثقلی بوده در حالی‌که در آبیاری تراوا ضمن بالابودن ضریب تغییرات ساخت، کمترین یکنواختی توزیع بین نمونه‌ها مشاهده شده است.

با مقایسه میانگین اثر سطوح فشار آبیاری در ضریب تغییرات ساخت در سطح احتمال پنج درصد به روش دانکن، مشخص شده که با افزایش فشار، ضریب تغییرات ساخت کمتر دستخوش تغییر می‌شود

و در فشارهای پائین‌تر، تغییرات ساخت بین نمونه‌های مورد آزمایش بیشتر مشهود بوده است.

همچنین مشخص شده که افزایش فشار بیشترین تاثیر را در افزایش دبی و یکنواختی توزیع داشته در حالی‌که با افزایش فشار کمترین تغییر در ضریب تغییرات ساخت مشاهده شده است. لذا به جهت حفظ یکنواختی توزیع بالاتر پیشنهاد می‌شود که از بین فشارهای ثقلی امکان پذیر در هر پروژه، بیشترین فشار جهت طراحی و اجرا انتخاب شود.

با جمع‌بندی مطالب فوق می‌توان موارد زیر را به عنوان نتایج نهائی تحقیق مطرح کرد:

در روش آبیاری تراوا، کاهش دبی نمونه‌های مورد استفاده در طی مراحل این تحقیق با گذشت زمان مشهود بوده است و این پدیده به عنوان یکی از معایب این تیمار،حداقل در محدوده فشارهای ثقلی، قابل بیانمی‌باشددر حالی‌که در جریان این تحقیق، مشخصات هیدرولیکی تیمار قطره‌ای‌ثقلی در تکرارهای مختلف ثابت ماندهاست. بدین ترتیب با منظورکردن پائین‌بودن ضریب تغییرات ساخت و بالابودن یکنواختی توزیع به عنوانمشخصه‌های برتری هیدرولیکی، از بین سه روش مذکور به ترتیب روش آبیاری قطره‌ای‌ثقلی و روش آبیاری کوزه‌ای (با اعمال فشار ثقلی) قابل توصیه هستند.

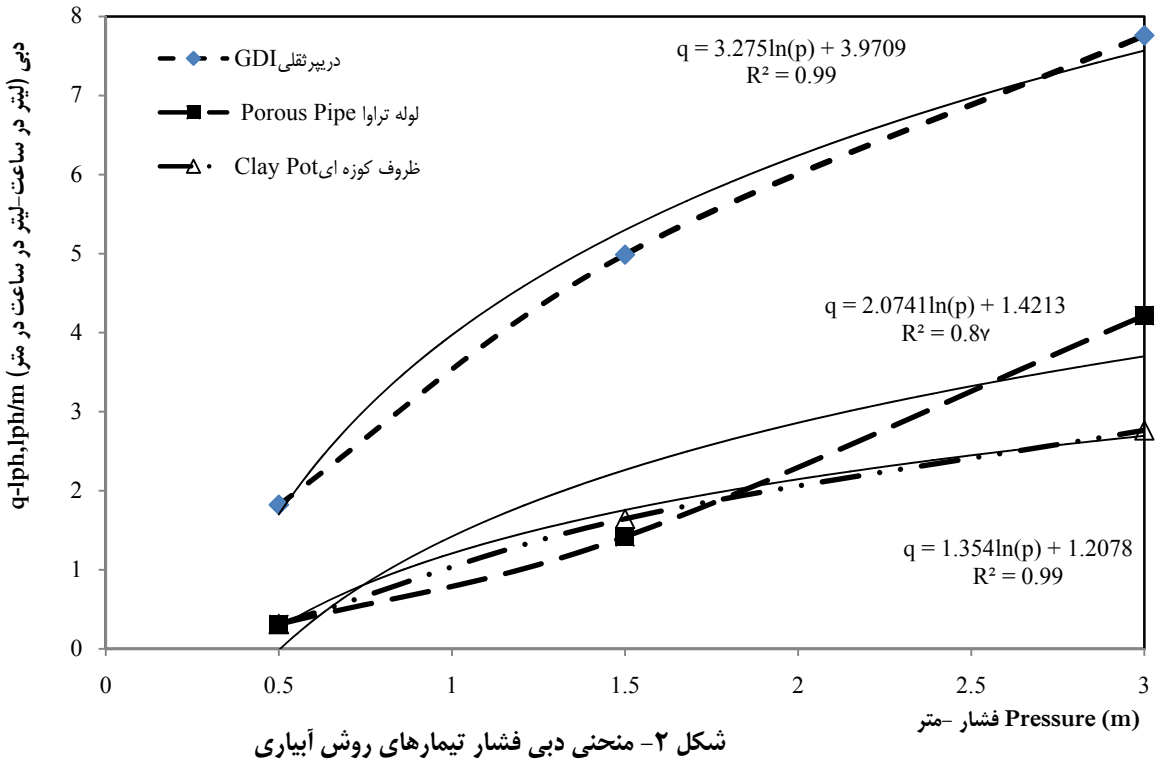
با توجه به تاثیر زیاد تغییرات فشار در حد فشارهای‌ثقلی در مشخصات هیدرولیکی سه روش آبیاری موردنظر، از بین فشارهایثقلی مورد بررسی در این تحقیق، فشار سه متر به عنوان فشار مناسب در حد فشارهای‌ثقلی توصیه می‌شود.

به دلیل نقش موثر انرژی در مسائل اقتصادی و با توجه به نتایج مثبت مشخصات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های ثقلی مورد استفاده در این تحقیق، توصیه می‌شود با رویکردی مثبت به توسعه کاربرد آبیاری قطره‌ای‌ثقلی در طرح‌های وسیع اراضی باغی و زراعی نیز توجه خاص شود.

جدول ۳- تغییرات دبی، ضریب یکنواختی توزیع و ضریب تغییرات ساخت درروش آبیاری کوزه‌ای در طول دوره مورد مطالعه

Table 3- Changes in Discharge, coefficient of distribution uniformity and coefficient of manufacturing variation in the Pot Irrigation methods during the study period

ستون آب Head	Treatment تیمار / Repeat تکرار	تیمار ظروف کوزه‌ای Pots						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
۵۰ (سانتیمتر cm) 50	دبی Q(lph)	0.20	0.26	0.31	0.34	0.34	0.37	0.37
	انحراف معیار Standarddeviation	0.12	0.18	0.17	0.16	0.15	0.17	0.18
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.595	0.674	0.546	0.461	0.455	0.467	0.492
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	16.74	14.29	16.85	15.10	12.28	13.06	13.06
۱۵۰ (سانتیمتر cm) 150	دبی Q(lph)	1.51	1.61	1.70	1.72	1.73	1.61	1.63
	انحراف معیار Standarddeviation	0.68	0.80	0.85	0.96	0.97	0.84	0.85
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.449	0.498	0.499	0.559	0.559	0.522	0.519
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	11.41	10.66	10.12	8.99	8.98	9.63	10.19
۳۰۰ (سانتیمتر cm) 300	دبی Q(lph)	2.81	2.90	2.54	2.79	2.80	2.77	2.74
	انحراف معیار Standarddeviation	1.22	1.48	1.29	1.26	1.25	1.28	1.26
	تغیرات ساخت Variationcoefficient	0.433	0.509	0.509	0.451	0.446	0.463	0.458
	یکنواختی توزیع Distribution Uniformity	17.37	16.85	16.02	16.08	17.45	16.17	17.82



شکل ۲- منحنی دبی فشار تیمارهای روش آبیاری

Figure 2-Discharge Pressure Curve In Irrigation Methods

منابع

1. AhmadiM.KH.,1992. Drip irrigation.Mazandaran University Publishing.
2. Ahmadi R., and Mearaji D. 1998. Gravity drip irrigation (GDI). Proceedings of 9thNational Committee of Irrigation and Drainage Conference, 333-352.
3. AivaziHasanabadiM., and et al. 2013.Determination of uniformity coefficient (CU) and distribution uniformity (DU) for Ahwazregion.The National Conference on Sustainable Agricultural Development and a Healthy Environment.
4. AlemiM.H. 1980.Distribution of water and salt in soil under trickle and pot irrigation regiems. Agricultural water management.3(3):195-203.
5. Alizadeh A. 2006. Irrigation system design principles. Imam Reza University Publishing.
6. Arabfard M.1999. Evaluation efficiency and distribution of irrigation water in the pot irrigation compared to a few irrigation systems in a pharmaceutical plant. Master Thesis, ShahidChamran University of Ahwaz. (inPersian with English abstract).
7. ArabfardM.,and et al. 2015.Hydraulic properties study of number of emitters in the range of gravity pressures. Proceedings of the First International Conference on Advances in Biological and Agricultural Sciences. Tehran. Iran. (inPersian with English abstract).
8. Behnia A.K., and Arabfard M. 2005.Determinatio of the relationship between dischargepressure in pots that used in pot irrigation. Journal of Science Industries Ferdowsi University of Mashhad. 19(1) 1-12. (in Persian with English abstract).
9. GhorbaniVaghaeiH., and Bahrami H. 2012. The use of porous clay capsules for soil moisture supply in arid and semi-arid. Proceedings of the National Conference on combating desertification and sustainable development of wetlands desert of Iran, Arak.(in Persian with English abstract).
10. Jvaheri P. 1976. Pot irrigation the possibility of using clay pots in irrigation. Institute of Soil and soil fertility,

journal No.486. (in Persian with English abstract).

11. Mahdizadeh P. 1977. Research on water saving for the reforestation and creation of green space in arid regions of the country. The Research Institute of Forests and Rangelands, Publication No. 21. (in Persian with English abstract).
12. Memon A.H., and Soomro A.G., and Gadehi M.A. 2010. Water use efficiency and saving through pitcher and polyethylene bag irrigation. Pak. J. Agri., Agril. Eng., Vet. Sci., 2010, 26 (1): 16-29.
13. Padma V., DastidaM.G. andSenP.K. 2007. Pitcher of clay pot irrigation for water conservation. The International Conference on Mechanical Engineering (ICME2007) 29-31 December 2007, Dhaka, Bangladesh.
14. VasudavenP.,BhumijaK.,SrivastavaR.K., Tandon M. 2011. Buried clay pot irrigation using saline water. Journal of Scientific andIndustrial Research. 70: 653-655.
15. PatilAshish P, GeeteMandar H. 2013. Cost less individual portable drip irrigation system gravity system. International Journal of Engineering and Science.3(5): 42-46.
16. Sadeqi Z. 2003.Evaluate the possibility of reducing the amount of energy in drip irrigation (gravity drip irrigation). Master Thesis, ShahidChamran University of Ahwaz.
17. Sahhaf Amin B.,andFarshiA.A.Drip irrigation-Drip Irrigation network design principles. Publication of Agricultural Education. (in Persian with English abstract).
18. Salehi M., MahdaviMazdeh A. 2014. Technical and economical evaluation of a low pressure drip irrigation system (Qazvin - Magsal Agro-Industry Case Study).The 2nd National Conference on Applied Research in Agricultural Sciences. (in Persian with English abstract).
19. SohrabiT., and Gazori N. 1996. Evaluation of underground irrigation with permeable pipes. 2ndNational Congress of Soil and water issues, pp93-117. (in Persian with English abstract).
20. Unonymous. 1977.Three species compatibility test with drip irrigation and comparison with pot irrigation. Publishing Research Institute of Forests and Rangelands. 21: 45-48. (in Persian with English abstract).

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 4, Sept.-Oct.2017, p. 1060-1069

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۶،ص.۱۰۶۹-۱۰۶۰

Effectiveness Comparison of Pot, Porous Pipe and Gravity Drip Irrigation Methods in the Range of Gravity Pressures

M. Arabfard[1]- A. Shahnazari[2*]- M. ZiatabarAhmadi[3]

Received:13-12-2016
Accepted:12-02-2017

Introduction: Practical problems such as rushing roots toward pot, difficulty of manually filling with water and deficit irrigation due to permeation from regular pots prevents the development of pot irrigation. With regard to increasing irrigation efficiency importance and preventing water loss to fix the problems of this irrigation method.Changing physical structure of pot could solve many problems and issues which this irrigation technique is facing. Comparison of the two major characteristics of localized irrigation hydraulic characteristics (coefficient of variation and distribution uniformity) and also using gravity pressure can achieve a solution for water and energy shortage problems. So far, with knowledge of the role of water pressure at gravitational pressures in hydraulicproperties of these methods, some effective features in these methods application is specified.

Material and Methods: This study was carried out in randomized complete block at water engineering department of Sari Agriculture Science and Natural Resources university laboratory from September to December 2015. In this study, in the form of randomized complete block, hydraulic specifications of three treatments of pot irrigation, gravity drip irrigation and porous pipe irrigation investigated under water pressure of 0.5, 1.5 and 3 m. In each of the water column pressure, output water volume from 10 samples of each irrigation method treatments calculated from 7 replicates during one hour in about two months. Porous pipes which used in this study were imported 16mm sample pipes from Anahita Company. GDI gravitational emitter model, porous pipe and containers made of cellulose clay pots in the form of cylinder shape with diameter of 15 cm were used. Thus, within one hour of irrigation, water volume withdrawn from tested samples under constant pressure of irrigation were collected by suitable containers and measured by graded container and flow rate of each samples were calculated. Christensen distribution uniformity coefficient was calculated with Christensen distribution uniformity coefficient formula. Based on USA agronomical engineers, a pointed emitters with variation coefficient less than 0.05 is good, with cv of 0.05-0.10 is medium and with cv of 0.10-0.15 is weak. After calculating evaluation parameters, the results were analyzed with SPSS statistical software and Tukey test at 1 %and 5 % level of probability.

Results and Discussion: The results of statistical analysis of randomized complete block design and mean comparison of different level of treatments effects with Duncan test (irrigation method treatment and water pressure treatment) at 5 %level of probability showed that maximum distribution uniformity achieved in gravitational drip irrigation among samples. With increasing pressure, coefficient of variation was less affected and at lower pressures, coefficient of variation among tested samples were more evident. In addition, it is indicated that increasing pressure have maximum effect on flow rate and distribution uniformity increment while with increasing pressure, minimum changes observed in coefficient of variation. Therefore, among possible gravitational pressures in each project, maximum pressure should be selected for design and implementation. Result showed that in porous pipes and in pressures of 50, 150 and 300 cm, average flow rate were 0.31, 1.4 and 4.2 liter per hour in meter, average coefficient of variation were 0.88, 0.61 and 0.83 and average distribution uniformity were 2.2, 6.2 and 1.6 percent, respectively. In the main-treatment and in each pressure sub-treatment, samples flow rate changes at different replicates is so high that coefficient of variation was more than conventional coefficient (more than 0.6) and thus classified in unacceptable emitters. In this treatment, distribution uniformity was so low that using this irrigation method at gravitational pressures range cannot be recommended. Based on statistical analysis results, it is indicated that increasing pressure in gravitational drip irrigation have maximum effect and in pot irrigation, have minimum effect on flow rate changes, and in addition, maximum distribution uniformity among samples was in gravitational drip irrigation while in porous pipe irrigation besides high coefficient of variation, minimum

1, 2 and 3- Ph.D. student of Irrigation and Drainage Engineering, Associate Professor and Professor of Water Engineering Department Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*- Corresponding Author Email: aliponh@yahoo.com)

distribution uniformity among samples were observed.

Conclusion: Due to the high influence of pressure changes in gravitational pressures on hydraulic characteristics of mentioned three irrigation method, among investigated gravitational pressures in this study, pressure of 3m as appropriate pressure at gravitational pressures and among localized irrigation methods, gravitational drip irrigation were recommended. It is recommended to paying attention to the development of gravitational drip irrigation application in large-scale garden and agriculture projects with positive approach.

Keywords: Coefficient of Variation Manufacturing, Distribution Uniformity, Gravitational Pressurized Irrigation