بررسی تأثیر تغییرات فشار روی مشخصات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار

علی حیدر نصرالهی*، مجید بهزاد، سعید برومند نسب و مولود حیدری‌نیا[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۸)

چکیده

از روش‌های جدید آبیاری که به سرعت در کشورهای مختلف رو به گسترش است، روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد. قطره‌چکان‌ها مهم‌ترین بخش سیستم آبیاری قطره‌ای به شمار می‌روند. عوامل بسیاری مثل گرفتگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، فشار، دمای آب وتغییرات ساخت، دبی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه یکنواختی پخش آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر فشار بر عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها، ۶ نمونه قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار موجود در بازار انتخاب و در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور یک سیستم آبیاری قطره‌ای در آزمایشگاه آبیاری دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز طراحی شد. پارامترهای متوسط دبی قطره‌چکان، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان (CV)، یکنواختی پخش (EU)، ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU) و تغییرات دبی برای انواع قطره‌چکان‌ها در فشارهای ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر محاسبه و مقایسه شد. هم‌چنین به منظور مقایسه توان تنظیم‌کنندگی فشار، برای هر قطره‌چکان معادله دبی- فشار استخراج گردید. نتایج نشان داد که قطره‌چکان ایریتک(D) بهترین عملکرد هیدرولیکی را در بین قطره‌چکان‌های مورد آزمایش دارد. لذا این قطره‌چکان جهت رسیدن به راندمان بیشتر و هم‌چنین به منظور استفاده در اراضی شیبدار و ناهموار در رتبه اول قرار دارد، هر چند عملکرد سایر قطره‌چکان‌های مورد آزمایش نیز قابل قبول می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: قطره‌چکان، دبی، یکنواختی پخش، فشار

۱. گروه آبیاری و زه‌کشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aliheidar_20@yahoo.com

مقدمه

پذیرش و توسعه فنون جدید آبیاری و شیوه‌های مدیریت بهتر در بهره‌برداری از آب، از جمله راه‌کارهای بهبود راندمان آبیاری و کارایی مصرف آب می‌باشد که در سال‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی پیدا کرده است(۱). آبیاری قطره‌ای که آبیاری میکرو نیز نامیده می‌شود، یک روش آبیاری موضعی است که در آن آب به‌صورت آهسته و در دفعات زیاد به‌طور مستقیم در منطقه ریشه گیاه قرار می‌گیرد(۹). آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب با راندمان بالا، یک راه‌حل مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب در کشاورزی می‌باشد. البته این در صورتی است که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از این سیستم با دقت کافی و به‌طور اصولی انجام پذیرد. بخشی از طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای را بررسی خصوصیات قطره‌چکان‌ها، عوامل مؤثر بر جریان آب در آنها و در نهایت انتخاب مناسب‌ترین نوع قطره‌چکان تشکیل می‌دهد. قطره‌چکان‌ها مهم‌ترین بخش سیستم آبیاری قطره‌ای به شمار می‌روند(۱۸). زیرا راندمان آبیاری قطره‌ای به انتخاب قطره‌چکان و معیارهای طراحی بستگی دارد و عدم توجه به مشکلات قطره‌چکان‌ها باعث کاهش یکنواختی پخش آب، افزایش مدت کار سیستم و تعویض پیوسته قطره‌چکان‌ها می‌گردد که این امر افزایش هزینه‌های جاری را به دنبال خواهد داشت(۷). عوامل بسیاری مثل گرفتگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، فشار، دمای آب وتغییرات ساخت، دبی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه یکنواختی پخش آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند(۱۹).

محققین مختلفی در رابطه با عوامل مؤثر بر دبی و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها بررسی و تحقیق نموده‌اند و نظرهای متفاوتی را ارائه نموده‌اند(۳). در مدلی که سولومن(۱۷) ارائه نمود عوامل مختلفی که یکنواختی پخش را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در نظر گرفته شد. تغییرات فشار به‌دلیل تغییرات ارتفاع یا افت فشار در مسیر حرکت آب، تغییرات درجه حرارت آب، تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها، تعداد قطره‌چکان‌ها برای هر درخت و میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها از مهم‌ترین این عوامل ذکر شدند. مادراموتو(۱۹۸۸) به منظور بررسی تأثیر تغییرات فشار روی دبی در قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار، میزان جریان سه قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار از نوع روزنه‌ای و روی خط را تحت شرایط آزمایشگاهی با فشارهای مختلف اندازه‌گیری نمود. ضریب تغییرات ساخت(C_v) هر قطره‌چکان در هر فشار عملکرد محاسبه گردید و نتایج به‌دست آمده نشان داد که عملکرد قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف متفاوت است (۱۴). دنیس رول(۱۵) تحقیقی بر روی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در سیستم آبیاری قطره‌ای انجام داد و نتیجه گرفت که با به‌کار بردن قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار می‌توان آب را در ردیف‌های طولانی و شیب‌های ناهموار به‌طور یکنواخت در اختیار گیاه قرار داد. هم‌چنین نحوه عملکرد این قطره‌چکان‌ها را در فشارهای مختلف مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که در فشارهای بالاتر(معمولاً بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ کیلوپاسکال) تنظیم فشار صورت می‌گیرد و میزان خروج آب در این محدوده از تغییرات فشار ثابت باقی می‌ماند. کرناک و همکاران (۱۳) عنوان نمودند راندمان سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بستگی به یکنواختی سیستم دارد که به‌وسیله یکنواختی دبی خروجی از قطره‌چکان تعیین می‌گردد. در این تحقیق دبی‌های گزارش داده شده توسط سازنده‌ها و ضریب تغییرات ساخت (C_v) قطره‌چکان‌های داخل خط ساخته شده توسط چهار کمپانی مختلف در ترکیه مقایسه شده است. ازب و همکاران (۶) در تحقیقی به بررسی سیستم آبیاری قطره‌ای در اراضی شیبدار و ترازهای ارتفاعی مختلف پرداختند بدین منظور برای کاهش تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها بین ترازها از فواصل و طول‌ها و آرایش‌های مختلف برای لترال‌ها استفاده گردید. نتایج نشان داد که یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها بین ترازها از۴۰ درصد در طراحی سنتی به ۸۰ درصد بعد از به‌کار بردن طراحی جدید رسید.

در بین موارد ذکر شده در بالا تغییرات فشار مهم‌ترین عاملی است که دبی خروجی از قطره‌چکان و نیز سایر مشخصه‌های هیدرولیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این

جدول ۱. خصوصیات قطره‌چکان‌های مورد استفاده

نوع قطره‌چکان	کد قطره‌چکان	نوع اتصال	فشار اسمی(متر)	دبی اسمی(لیتر در ساعت)
NETAFIM	A	on-line	۷-۴۰	۸
EURO DRIP	C	on-line	۵-۴۰	۴
IRRITEC	D	on-line	۵-۴۰	۳/۷۵
EURO DRIP	H	on-line	۷-۴۰	۸
EDEN	I	on-line	۵-۴۰	۴
AGRODRIP	M	on-line	۵-۴۰	۴

تغییرات فشار ممکن است ناشی از عوامل مختلف از جمله طراحی هیدرولیکی نامناسب سیستم باشد. قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار با توجه به خاصیت خود (تنظیم‌کنندگی فشار) می‌توانند تا حدودی بر این مشکل غلبه کنند. به‌دلیل استفاده وسیع قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده و تنوع زیاد آنها در بازار، در پژوهش حاضر اثر تغییرات فشار بر خصوصیات برخی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار موجود بررسی شد.

مواد و روش‌ها

انجام عملیات آزمایشگاهی

به منظور انجام آزمایش‌ها و اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها یک مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای به شرح زیر در آزمایشگاه آبیاری دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۸۸ تهیه شد. یک منبع آب از جنس فایبرگلاس با حجم ۱۵۰ لیتر تهیه و به شبکه آب شهری متصل گردید. جهت تأمین فشارهای مورد نیاز یک دستگاه الکتروپمپ روی منبع آب کار گذاشته شد. شبکه لوله‌ها شامل لوله‌های انتقال، رابط، فرعی و کنار گذر بود. جنس لوله کنارگذر قابل انعطاف و سایر لوله‌ها از پلی‌اتیلن ساخته شده‌بودند. لوله انتقال، آب را از رانش پمپ به یک سه‌راهی منتقل می‌نمود که از آنجا انشعاب لوله رابط و لوله کنارگذر گرفته می‌شد. خروجی لوله کنارگذر به مخزن آب منتهی می‌گردید. از لوله رابط انشعابات لوله فرعی گرفته‌شد که جهت به حداقل رساندن افت یک انشعاب در اول خط و انشعاب دیگری در انتهای خط لوله رابط قرار گرفت. در ابتدا و انتهای لوله رابط جهت کنترل فشار دو فشارسنج تعبیه شد. روی هر لوله فرعی ۲۵ عدد قطره‌چکان با فواصل ۲۰ سانتی‌متر کار گذاشته‌شد. در هر فشار به مدت ۵ دقیقه آب خروجی از هر قطره‌چکان در سطل‌های پلاستیکی جمع‌آوری و سپس با استفاده از استوانه‌های مدرج حجم آب خروجی تعیین گردید. در طول مدت آزمایش دمای محیط با استفاده از دماسنج جیوه‌ای ثبت و حدود ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد گزارش شد. در انجام این تحقیق از ضوابط ارائه شده در استاندارد ISO9261 استفاده شد(۱۰).

معرفی قطره‌چکان‌های مورد استفاده در تحقیق

به منظور انجام آزمایشات نمونه‌های مورد آزمایش از قطره‌چکان‌های موجود در بازار انتخاب گردید. این نمونه‌ها به‌خاطر استفاده گسترده در سطح کشور انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای انجام آزمایشات ۶ نوع قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار انتخاب و پس از کدگذاری مورد بررسی قرار گرفتند که مشخصات آنها داده شده‌است (جدول ۱).

اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به قطره‌چکان‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌های آزمایشگاهی، جهت محاسبه پارامترهای هیدرولیکی مربوط به هر قطره‌چکان داده‌های موجود وارد محیط *Excel* شدند. دبی هر یک از قطره‌چکان‌ها از طریق تقسیم حجم آب جمع شده به زمان جمع شدن آب در ظرف محاسبه گردید. در ادامه برخی از مهم‌ترین خصوصیات قطره‌چکان‌ها از جمله ضریب تغییرات ساخت، یکنواختی

پخش، ضریب یکنواختی کریستیان‌سن، تغییرات دبی و رابطه دبی- فشار محاسبه شدند.

ضریب تغییرات ساخت

در یک فشار یکسان دبی خروجی از قطره‌چکان‌های ساخت یک کارخانه با یکدیگر متفاوت است. این ویژگی با ضریب تغییرات ساخت(C_v) مشخص می‌شود که مقدار آن را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد(۴):

$$C_v = \frac{S_d}{q_a} \qquad [۱]$$

که:

$$S_d = \left[\frac{\sum (q_i - q_a)^۲}{n-۱}\right]^{۰/۵} \qquad i = ۱,۲,...n; \qquad [۲]$$

در این معادله‌ها، C_v ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان، s_d انحراف معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده(لیتر در ساعت)، q_a متوسط دبی قطره‌چکان‌ها(لیتر در ساعت) و q_i دبی اندازه‌گیری شده در قطره‌چکان i از n قطره‌چکان مورد آزمایش(لیتر در ساعت) هستند.

یکنواختی پخش

یکنواختی پخش، اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای است (۳). برای بیان یکنواختی پخش از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. طبق نظر کارملی و کلر یکنواختی پخش از رابطه ۳ محاسبه می‌شود (۱۱):

$$EU = ۱۰۰\left(\frac{q_n}{q_a}\right) \qquad [۳]$$

که در آن EU یکنواختی پخش (درصد)، q_a متوسط دبی قطره‌چکان(لیتر در ساعت) و q_n متوسط دبی در چارک پایین قطره‌چکان‌ها می‌باشد.

ضریب یکنواختی کریستیان سن

برخی از متخصصان روش‌های طراحی را بر مبنای ضریب یکنواختی کریستیان سن(UC) پیشنهاد نموده‌اند که در آن مشخصات طراحی هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها، تغییرات ساخت در بین خروجی‌ها و تغییرات ارتفاع در سطح مزرعه در نظر گرفته شده است. براساس این ضریب دامنه تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها را می‌توان توسط معادله زیر تعیین نمود(۸):

$$UC = ۱۰۰(۱ - \frac{\Delta\overline{q}}{\overline{q}}) \qquad [۴]$$

که؛

UC ضریب یکنواختی کریستیان سن(درصد)، $\Delta\overline{q}$ متوسط قدر مطلق انحراف دبی قطره‌چکان‌ها از میانگین و $\overline{q}$ میانگین دبی قطره‌چکان‌هاست.

تغییرات دبی قطره‌چکان

یکی دیگر از روش‌های بررسی تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها مقایسه حداکثر و حداقل دبی در قطره‌چکان می‌باشد که از آن می‌توان به‌عنوان معیار انتخاب قطره‌چکان استفاده کرد که به‌صورت زیر قابل محاسبه است(۴):

$$q_{var} = ۱۰۰\left(\frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}}\right) \qquad [۵]$$

که در آن q_{var} تغییرات دبی قطره‌چکان(درصد)، q_{max} حداکثر دبی در قطره‌چکان‌ها(لیتر در ساعت) و q_{min} حداقل دبی در قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) می‌باشند.

رابطه دبی- فشار قطره‌چکان

مهم‌ترین ویژگی هر قطره‌چکان رابطه بین تغییرات دبی و فشار در آن می‌باشد. منحنی شدت جریان در مقابل فشار در قطره‌چکان می‌تواند در معادله به‌صورت زیر منعکس شود(۱۲):

$$q = kh^x \qquad [۶]$$

در رابطه فوق، q دبی قطره‌چکان برحسب لیتر در ساعت، k ضریب تناسب قطره‌چکان، h فشار برحسب متر و x نمای دبی قطره‌چکان می‌باشد. مقدار x مهم‌ترین پارامتر این معادله محسوب می‌شود که میزان حساسیت دبی قطره‌چکان به تغییرات فشار و رژیم جریان آب را نشان می‌دهد.

جدول ۲. میانگین دبی اندازه‌گیری شده انواع قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف

فشار(متر)	میانگین دبی اندازه‌گیری شده در هر قطره‌چکان (L/hr)					
	A	C	D	H	I	M
۵	۷/۶	۴/۳	۳/۷	۷/۳	۴/۱	۳/۳
۱۰	۸/۶	۴/۴	۳/۷	۷/۵	۴/۳	۳/۳
۱۵	۸/۷	۴/۶	۳/۷	۷/۷	۴/۳	۳/۶
۲۰	۸/۷	۴/۹	۳/۷۵	۷/۸	۴/۴	۳/۷

نتایج و بحث

دبی قطره‌چکان‌ها

مقادیر میانگین دبی اندازه‌گیری شده انواع قطره‌چکان‌ها در چهار فشار مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. با مقایسه این مقادیر با اعداد جدول ۱ مشاهده می‌شود که در همه موارد به غیر از قطره‌چکان نوع D تفاوت قابل توجهی بین این دو مقدار موجود است. هم‌چنین در تمامی قطره‌چکان‌ها با افزایش فشار، دبی افزایش می‌یابد. در مورد نمونه‌های H و M افزایش فشار باعث نزدیک شدن به دبی اسمی و برای C و I افزایش فشار باعث فاصله گرفتن از دبی اسمی می‌گردد. در قطره‌چکان نوع D همان‌طور که ملاحظه می‌شود دبی اندازه‌گیری شده با مقدار ارائه شده توسط کارخانه سازنده و در همه فشارها تقریباً برابر است و از این نظر بر سایر قطره‌چکان‌ها برتری دارد.

بررسی ضریب تغییرات ساخت در انواع قطره‌چکان‌ها

ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف محاسبه و در جدول ۳ داده شده‌است. با توجه به اعداد جدول و براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا(۱۰) طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها از نظر ضریب تغییرات ساخت صورت گرفت (جدول ۳). بر این اساس ۳ نمونه A، D و H از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه عالی است، نوع M غیرقابل استفاده، C در مرز متوسط و ضعیف و I در گروه متوسط قرار دارد. نتایج این طبقه‌بندی نشان داد کلیه قطره‌چکان‌های مورد آزمایش از نظر ضریب تغییرات ساخت در فشارهای مختلف یکسان عمل می‌کنند. این ضریب، معیار تغییر دبی در نمونه‌ای از قطره‌چکان‌های تازه ساخته شده است و پارامتری بسیار مفید با اهمیت فیزیکی ثابت است زیرا دبی قطره‌چکان‌ها در یک فشار معین دارای توزیع نرمال هستند و اهمیت فیزیکی این ضریب از منحنی‌های توزیع نرمال ناشی می‌شود. تحقیقات گذشته نیز حاکی از آن است که یک عامل مهم ومؤثر بر یکنواختی دبی خروجی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت دربین آنها است که نتیجهٔ نحوه طراحی هیدرولیکی، مواد مصرفی و میزان دقت اعمال شده در مراحل ساخت آنها می‌باشد(۱۶).

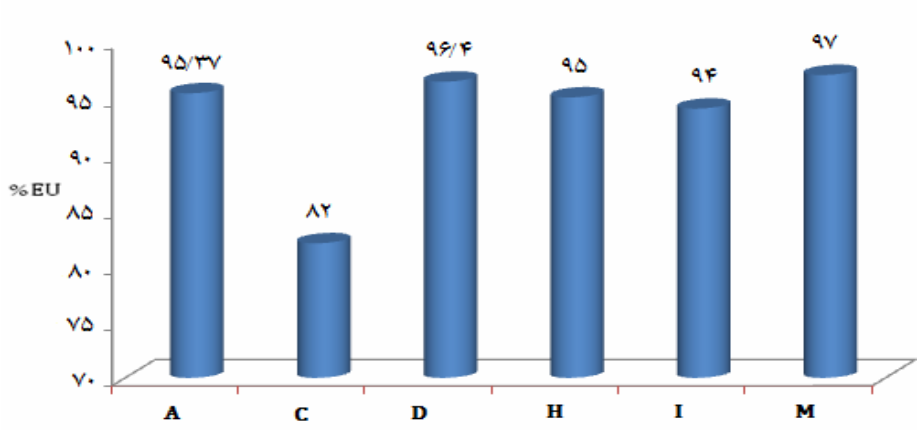
ارزیابی یکنواختی پخش آب در قطره‌چکان‌ها

برای تمام قطره‌چکان‌های مورد آزمایش میانگین ضریب یکنواختی پخش آب در فشارهای مختلف و در دمای آزمایشگاه به‌دست آمد و مقایسه شد(شکل ۱).

با توجه به شکل مشخص است که قطره‌چکان نوع M بیشترین و C کمترین یکنواختی پخش را دارا می‌باشند. مصطفی‌زاده و کهنوجی نیز در تحقیقات خود نشان دادند که یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر عواملی همچون دمای آب و نوع قطره‌چکان تغییر می‌کنند(۵). از طرفی اگر عملکرد قطره‌چکان‌ها از نظر یکنواختی پخش آب توصیف شوند نتیجه به‌صورت جدول ۴ می‌باشد(۲). با توجه به این جدول به غیر از نوع C بقیه قطره‌چکان‌ها از نظر یکنواختی پخش آب عالی می‌باشند.

جدول ۳. ضریب تغییرات ساخت و طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا

نوع قطره‌چکان	فشار(متر)			
	۵	۱۰	۱۵	۲۰
A	(۰/۰۳۴) عالی	(۰/۰۲۸) عالی	(۰/۰۴۷) عالی	(۰/۰۴) عالی
C	(۰/۰۷) مرز متوسط وضعیف	(۰/۰۹) مرز متوسط وضعیف	(۰/۰۷) مرز متوسط وضعیف	(۰/۱) مرز متوسط وضعیف
D	(۰/۰۳۸) عالی	(۰/۰۳۸) عالی	(۰/۰۳۵) عالی	(۰/۰۴۸) عالی
H	(۰/۰۴۹) عالی	(۰/۰۲۷) عالی	(۰/۰۴۲) عالی	(۰/۰۴۲) عالی
I	متوسط(۰/۰۵۵)	متوسط(۰/۰۵۶)	متوسط(۰/۰۵)	متوسط(۰/۰۵۴)
M	(۰/۲۸) غیرقابل استفاده	(۰/۲۴) غیرقابل استفاده	(۰/۲۱) غیرقابل استفاده	(۰/۱۷) غیرقابل استفاده



شکل ۱. ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌های مورد آزمایش

جدول ۴. توصیف عملکرد قطره‌چکان‌ها بر مبنای یکنواختی پخش(۲)

نوع قطره‌چکان	A	C	D	H	I	M
طبقه‌بندی	عالی	خوب	عالی	عالی	عالی	عالی

مقایسه ضریب یکنواختی کریستیان‌سن برای قطره‌چکان‌ها

در مورد ضریب یکنواختی کریستیان‌سن براساس مطالعات، قطره‌چکان‌هایی که از UC بیش از ۷۰ درصد برخوردار باشند، تغییرات دبی آنها از توزیع نرمال پیروی می‌کند. به عبارتی در چنین شرایطی تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها تقریباً با یکدیگر قرینه می‌باشند. این امر نیز تأثیر زیادی در افزایش یکنواختی پخش آب کاربردی خواهد داشت(۲و۴). مقادیر این ضریب برای قطره‌چکان‌های مورد آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. میزان ضریب یکنواختی کریستیان سن در کلیه قطره‌چکان‌ها

نوع قطره‌چکان	A	C	D	H	I	M
% UC	۹۷/۷۳	۸۸/۳	۹۸/۲	۹۷/۱	۹۶	۷۹/۸

جدول ۶. بررسی تغییرات دبی در انواع قطره‌چکان‌ها و طبقه‌بندی آنها

نوع قطره‌چکان	**% qvar**	طبقه‌بندی براساس **% qvar**
A	۱۵/۰۷	قابل قبول
C	۴۷/۶	غیرقابل قبول
D	۹/۱	خوب
H	۱۳/۲۳	قابل قبول
I	۱۵/۶	قابل قبول
M	۵۵/۳	غیرقابل قبول

جدول ۷. ضرایب معادله دبی- فشار در قطره‌چکان‌های مختلف در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

قطره‌چکان	k	x	R^2
A	۶/۷۴۷	۰/۰۹۱	۰/۵۵
C	۳/۶۰۴	۰/۰۹۵	۰/۲۰۲
D	۳/۶۸۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹
H	۶/۶۸۳	۰/۰۵۵	۰/۳۳۵
I	۳/۷۶۲	۰/۰۵۲	۰/۱۹۸
M	۲/۶۸۳	۰/۰۹۴	۰/۰۴

همان‌گونه که از جدول مشخص است در همگی قطره‌چکان‌ها مقدار این ضریب بیش از ۷۰ درصد می‌باشد و بیشترین مقدار مربوط به قطره‌چکان نوع D می‌باشد.

تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها

ضریب تغییرات دبی برای قطره‌چکان‌های مختلف محاسبه شد و عملکرد قطره‌چکان‌ها براساس این پارامتر توصیف شد(جدول ۶). با توجه به مقادیر ارائه شده در جدول، میزان ضریب تغییرات دبی در محدوده ۹/۱ تا ۵۵/۳ درصد به‌ترتیب برای قطره‌چکان‌های D و **M** می‌باشد. براساس این مقایسه و گروه‌بندی، تغییرات دبی در قطره‌چکان D خوب، در قطره‌چکان‌های A، H و I قابل قبول و در دو مورد دیگر غیرقابل قبول هستند.

رابطه دبی- فشار در قطره‌چکان‌های مختلف

به منظور تعیین تغییرات دبی با فشار و میزان توانایی هر قطره‌چکان در تنظیم‌کنندگی فشار، رابطه دبی- فشار برای ۶ نوع قطره‌چکان به‌دست آمد. با توجه به مقادیر جدول ۷ و طبق استاندارد ISO9261 قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار دارای مقدار X کمتر از ۰/۲ . هستند که بر این اساس همه قطره‌چکان‌های مورد آزمایش تنظیم‌کننده فشار می‌باشند(۱۰). این قطره‌چکان‌ها از نظر تنظیم‌کنندگی فشار متفاوت بوده و هر

جدول۸. انعطاف‌پذیری قطره‌چکان‌های مورد آزمایش در مقابل فشار

قطره‌چکان	A	C	D	H	I	M
درجه‌بندی	خوب	خوب	خیلی خوب	خوب	خوب	خوب

چه توان معادله دبی- فشار کمتر باشد قدرت تنظیم‌کنندگی بهتری دارند که از این نظر نوع D با مقدار X برابر ۰/۰۱۱ بهترین تنظیم‌کننده فشار محسوب می‌شود. در قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار مقدار ضریب R^2 کم است و هر چه این مقدار کمتر باشد نشان می‌دهد که وابستگی دبی به فشار کمتر است و از نقطه نظر تنظیم‌کنندگی فشارمطلوب‌تر می‌باشد. با توجه به معادلات دبی- فشار قطره‌چکانی بهینه خواهد بود که با تغییرات فشار دبی یکنواخت از خود خارج کند و نمودار آن به سمت خط مستقیم متمایل شود.

در جدول ۸ درجه‌بندی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار به لحاظ انعطاف‌پذیری آنها در مقابل فشار صورت گرفته است(۲). همان‌طور که مشاهده می‌گردد بر این اساس نیز بهترین رتبه را قطره‌چکان نوع D دارد و سایر قطره‌چکان‌ها در یک سطح قرار دارند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای ۶ نمونه قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار پارامترهای دبی، ضریب تغییرات ساخت، یکنواختی پخش آب، ضریب یکنواختی کریستیان سن، ضریب تغییرات دبی و رابطه دبی- فشار محاسبه و مقایسه شدند. با تغییر در نوع قطره‌چکان مقادیر این پارامترها متفاوت بودند. نتایج نشان داد که در بعضی موارد عملکرد قطره‌چکان‌ها مطلوب و در پاره‌ای موارد عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها نامناسب‌تر می‌باشند. در نهایت قطره‌چکان نوع D در بسیاری موارد در رتبه اول قرار گرفت و بهترین عملکرد هیدرولیکی را در بین همه قطره‌چکان‌های مورد آزمایش داشت. هم‌چنین حساسیت قطره‌چکان نوع D در مقابل فشار بسیار کم می‌باشد، بنابراین در دامنه وسیعی از تغییرات فشار دبی این نوع قطره‌چکان نسبتاً یکنواخت است. این موضوع برتری این قطره‌چکان را به منظور کاربرد در اراضی شیبدار و با توپوگرافی نامناسب نسبت به دیگر قطره‌چکان‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. در نهایت پیشنهاد می‌گردد که قبل از استفاده از هر نوع قطره‌چکانی در طرح‌های آبیاری با توجه به محدوده تغییرات فشار طرح، آزمایش‌ها مشابه صورت گرفته و بهترین نوع قطره‌چکان انتخاب شود.

منابع مورد استفاده

۱. برهان، الف. ۱۳۷۷. *به سوی مدیریت پایدار منابع آب*(ترجمه). مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲. زهتابیان، غ. ۱۳۷۳. *راهنمای عملی آبیاری* (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

۳. عابدی کوپایی، ج. و ع. بختیاری‌فر. ۱۳۸۳. تأثیر پساب تصفیه شده بر خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی(۳): ۳۳-۴۲.

۴. علیزاده، الف. ۱۳۸۸. *آبیاری قطره‌ای(اصول و عملیات)*. ویرایش دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۵. مصطفی‌زاده، ب. و م. کهنوجی. ۱۳۸۱. تأثیر دمای آب آبیاری بر دبی برخی قطره‌چکان‌های ساخت ایران در آبیاری قطره‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی۶(۱):۱-۱۲.

6. Al-Azab, T. and A.Abu Sirhan. 2006. Drip irrigation system for steep slop land. J. Agric. and Environ. 4(1): 301-303.

7. Bralts, V.F. and C.D.kesner. 1983. Drip irrigation field uniformity estimatio. Trans. ASAE 26(2):1369-1374.
8. Christiansen, J. E. 1941. The uniformity of application of water by sprinkler system. Agric. Eng. 32(3): 89-99.
9. Evans, R.G. 2000. Microirrigation. Washington State University, Irrigated Agriculture Research and Extension Center, 24106 North Bunn Road Prosser, WA 99350, USA.
10. International Standards Organization (ISO). 2004. Agricultural Irrigation Equipment – Emitters- Specification and test methods. International Standards Organization (ISO).P.9261.
11. Karmeli, D. and J. Keller. 1974. Trickle irrigation design parameters. Trans. ASAE. 17(4):678.
12. Keller, J. and R.D. Blaisner. 1990. Sprinckle and Trickle Irrigation. Champan and Hall, USA.
13. Kirnak, H., E. Dogan, S. Demir and S. Yalcin. 2004. Determinatoin of hydraulic performance of trickle irrigation emitters used in irrigation systems in the harran plain. Tork J. Agric. 28: 223-230.
14. Madramootoo, C.A. 1988. Effect of pressure changes on the discharge characteristic of pressure compensating emitters. J. Agric. Eng. Res. 40: 159-164.
15. Roll, D. 2000. Pressure Compensating Emitter for Trickle Irrigation. Published in Agric- Facts, Practical Information for Albertas Agriculture industry.
16. Solomon, K. 1979. Manufacturing variation of trickle emitters. ASAE Trans. 22(5): 1034-1038.
17. Solomon, K. H. 1984. Global uniformity of trikle irrigation systems. Trans. ASAE. 28 (4):1151-1158.
18. Wei, Q., Y. Shi, W. Dong, G. Lu and S. Huang. 2006. Study on hydraulic performance of drip emitters by computational fluid dynamics. Agric.Water Manage. 84(1): 130-136.
19. Zhang J., W. Zhoo, Z.H. Wei, Y. Tang and B. Lu. 2007. Numerical and experimental study on hydraulic performance of emitters with arc labyrinth channels. Comp. and Electron. in Agric. 56: 120-129.

Examination of Effect of Pressure Changes on Hydrulic Characteristics of Pressure Compensating Emitters

A. H. Nasrollahi*, M. Behzad, S. Broomand Nasab and M. Heydariniya[1]

(Received : Nov. 14-2011 ; Accepted : May 8 -2013)

Abstract

Drip irrigation is a new method of irrigation that is rapidly growing in different countries. The emitters are the most important parts of a drip irrigation system. Many factors such as physical, chemical and biological clogging, pressure, water temperature affect the emitter´s uniformity of water emission. In this study, to investigate pressure effect on the hydraulic performance of emitters, 7 kinds of compensating emitters in the market were selected and studied in laboratory conditions. For this purpose, a drip irrigation system was designed in irrigation laboratory in faculty of water sciences engineering, Shahid Charm University, Ahwaz. Average flow of emitters, Manufacturer´s coefficient of variation of emitter(CV), emission uniformity(EU), Christiansen coefficient of uniformity(CU) and Flow Variations for all types of emitters at pressures of 5, 10, 15 and 20 meters were calculated and compared. Also, in order to compare the pressure compensating capacity, for every emitter the equation of Flow- pressure was extracted. Results showed that the D-type emitter has the best hydraulic performance from among the emitters tested. Therefore, to achieve higher efficiency and also to use it on slopes and uneven lands this emitter is recommended as the best. However, performances of other emitters are also acceptable.

Keywords: Emitter, Discharge, Emission uniformity, Pressure.

1. Dept. of Irrig. and Drain., College of Water Eng., Shahid Chamran Univ. of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
*: Corresponding Author, Email: aliheidar_20@yahoo.com