نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۷، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۲۴۲-۲۳۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 7, Summer 2013, p. 231-242

بررسی ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی ریزش قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار رایج در کشور

مریم پروینی[۱]، عیسی معروف‌پور[۲*]

چکیده

بررسی مشخصه‌های هیدرولیکی و فنی قطره‌چکان‌ها، بخش مهمی از ارزیابی عملکرد و کارایی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را به خود اختصاص داده است. در این تحقیق، ۹ نوع قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار با کدهای A، B، C، D، E، F، G، M و N بر مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای ساخته شده مورد آزمون عملکرد هیدرولیکی قرار گرفت. تمامی مراحل آزمایشات بر اساس استاندارد ISO 9261 و استاندارد IRISI 6775 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد. نتایج این تحقیق عبارتند از: ۱- به لحاظ ضریب تغییرات ساخت و درصد خطای اندازه‌گیری دبی، قطره‌چکان‌های B و F در درجه خوب، A، C، E و G متوسط و قطره‌چکان‌های D، M و N غیر قابل قبول می‌باشند. ۲- در مورد یکنواختی پخش آب، ۴ مورد B، C، F و G در درجه عالی، ۳ مورد A، D و E، خوب و ۲ قطره‌چکان M و N در درجه ضعیف بودند. ۳- در رابطه با ضریب یکنواختی کریستیان‌سن، تمامی قطره‌چکان‌ها به غیر از ۲ مورد M و N، از UC بیش از ۷۰ درصد برخوردار بودند و تغییرات دبی آنها از توزیع نرمال پیروی می‌کند. ۴- با توجه به تمامی معیارهای کیفیت تولید و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌های B، C و F به عنوان قطره‌چکان‌های برتر معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ضریب تغییرات ساخت، یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستان‌سن، ضریب تغییرات دبی

مقدمه

پذیرش و توسعه فنون جدید آبیاری و شیوه‌های مدیریت بهتر در بهره‌برداری از آب از جمله راه‌های بهبود راندمان آبیاری و کارایی مصرف می‌باشد که در سالهای اخیر جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی پیدا کرده است. آبیاری قطره‌ای که در مجموعه‌ی سیستم‌های خرد آبیاری قرار می‌گیرد، از جمله روش‌هایی است که می‌تواند دنیا را به سمت بهره‌برداری پایدار از آب سوق دهد [برهان،۱۳۷۷]. بخشی از طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای را بررسی خصوصیات قطره‌چکان‌ها، عوامل مؤثر بر جریان آب در آنها و در نهایت انتخاب مناسبترین نوع قطره-چکان تشکیل می‌دهد. انتخاب قطره‌چکان در این روش آبیاری از مهمترین عوامل به شمار می‌رود. 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.

در زمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و خصوصاً بررسی عملکرد و کارایی قطره‌چکان‌ها تحقیقات بسیاری صورت پذیرفته است.

صدرقائن (۱۳۷۶) هیدرولیک لوله‌های پلی‌اتیلن و اتصالات قطره-چکان‌ها را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق ضرایب هیدرولیکی (k و x) در رابطه دبی – فشار و ضریب تغییرات ساخت (Cv) برای ۱۲ نوع قطره‌چکان در ۳ فشار تعیین گردیده و نتایج حاصله بیانگر آن است که از قطره‌چکان‌های مورد آزمایش حدود ۸ درصد عالی، ۲۵ درصد متوسط، ۱۷ درصد ضعیف و بقیه غیر قابل قبول می‌باشند.

علی‌حوری (۱۳۷۸) در تحقیقی با عنوان عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در فشارها و دماهای مختلف به بررسی مشخصه‌های هیدرولیکی و فنی پرداخت. بدین منظور ۱۰ نوع از قطره‌چکان‌های ساخت داخل و خارج کشور در شش فشار مختلف مورد آزمایش قرار گرفتند. پس از انجام آزمایش‌ها با استفاده از استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) اقدام به طبقه-بندی کیفی قطره‌چکان‌ها گردید که بر این اساس از ۱۰ نوع قطره-چکان مورد ارزیابی، دو نمونه عالی، یک نمونه متوسط و هفت نمونه غیرقابل استفاده بودند. سپس به بررسی اثرات دمای آب (۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد) اقدام کرد. نتایج نشان داد که دمای آب اثر محسوسی بر عملکرد قطره‌چکان‌های مورد آزمایش به همراه نداشته

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه کردستان
۲-استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه کردستان
(*- نویسنده مسئول: isamarofpoor@yahoo.com :Email)

Archive of SID
www.SID.ir

است.

فراستی (۱۳۸۵) در تحقیق خود اثر عملکرد چند نوع قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار موجود در بازار بر یکنواختی دبی را مورد بررسی قرار داد. وی با تهیه ۱۸ عدد از هر نمونه، که تعداد نمونه‌ها ۱۱ نوع قطره‌چکان از ۸ کارخانه سازنده بود با ایجاد فشارهای مختلف ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۰، ۱۵،۲۰، ۳۰، ۳۵ و۴۰ متر تغییرات دبی آنها را مورد بررسی قرار داد. قطره‌چکان‌های موردآزمایش براساس سه معیار نمای قطره‌چکان (x)، در معادله دبی - فشار، ضریب تعیین (R^2) و درصد متوسط خطای پیش‌بینی دبی طبقه‌بندی شدند.

علیزاده (۱۳۸۸b) در تحقیق خود به بررسی ضریب تغییرات ساخت و عملکرد قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده و غیر تنظیم‌کننده فشار موجود در بازار پرداخت. بدین منظور از ۱۷ نوع قطره‌چکان که ۱۱ نمونه آن روی مسیر، ۵ نمونه داخل مسیر و یک نمونه از نوع بیلت‌این بود، استفاده شد. در این تحقیق نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب و با اعمال فشارهای مختلف تغییرات دبی آنها مورد بررسی قرار گرفت. قطره‌چکان‌های مورد آزمایش از نظر قدرت تنظیم‌کنندگی براساس دو معیار نمای قطره‌چکان (x) در معادله دبی – فشار و ضریب تعیین (R^2) و از نظر ضریب تغییرات ساخت (Cv) طبقه‌بندی گردیدند.

نصرالهی (۱۳۸۹) به منظور بررسی اثرات دما بر دبی قطره‌چکان-ها، ۱۰ نوع قطره‌چکان را در آزمایشگاه آبیاری دانشگاه شهید چمران اهواز مورد آزمایش قرار داد. در این تحقیق اثر ۴ دمای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و۴۰ درجه سانتی‌گراد در ۴ فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بررسی شد. با توجه به نتایج آزمایشات، اثر معنادار بودن دمای آب بر روی ۵ نوع از قطره‌چکان‌ها مشاهده شد. سپس اثر دما بر ضریب تغییرات ساخت نیز مورد بررسی قرار گرفت که در نتیجه آن جز در یک مورد، در بقیه قطره‌چکان‌ها افزایش دما اثر معنی‌داری روی ضریب تغییرات ساخت نداشت.

مادراموتو (۱۹۸۸) به منظور بررسی تأثیر تغییرات فشار روی خصوصیات دبی در قطره‌چکانهای تنظیم‌کننده فشار، میزان جریان سه قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار از نوع روزنه‌ای و روی خط تحت شرایط آزمایشگاهی با فشارهای کارکرد ۶۹ تا ۱۳۸ کیلوپاسکال اندازه‌گیری نمود. ضریب تغییرات ساخت (Cv) هر قطره‌چکان در هر فشار عملکرد محاسبه گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که عملکرد قطره‌چکان کاتیف در فشار بالا بهتر از فشار پائین می‌باشد در حالی که قطره‌چکان LPC – 2L عکس آن بوده و قطره‌چکان LPC- 4L پیوسته با فشار تغییر می‌کرد.

رول (۲۰۰۰) تحقیقی بر روی قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار در سیستم آبیاری قطره‌ای انجام داد و با بررسی‌هایی که انجام داد، نتیجه گرفت که با به کار بردن قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار می‌توان آب را در ردیف‌های طولانی و شیب‌های ناهموار به طور یکنواخت در اختیار گیاه قرار داد و در مزارع بزرگ می‌توان آبیاری را یکباره و با استفاده کمتر از لوله و ابزار تنظیم‌کننده فشار انجام داد. همچنین در مورد نحوه عملکرد این قطره‌چکان‌ها گزارش کرد که در فشارهای پائین، دیافراگم داخلی دستگاه تغییر شکل نمی‌دهد اما در فشارهای بالاتر (معمولاً بین ۱۰۰ تا ۱۴۰ کیلو پاسکال) تنظیم فشار صورت گرفته و میزان خروج آب در این محدوده از تغییرات فشار ثابت باقی می‌ماند.

دورون‌راس و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی به بررسی تأثیر فیلتر ونوع قطره‌چکان و فاصله آن‌ها بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها پرداختند. نتایج نشان داد، که گرفتگی آن‌ها عمدتاً وابسته به نوع و موقعیت قطره‌چکان‌ها بر روی خط لاترال داشته و همچنین فعل و انفعالات بین این دو فاکتور بود. فاکتور فیلتر نیز تأثیر معنی‌داری در جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها داشت.

پیگ پاراگوئه و همکاران (۲۰۱۰) به تاثیر شستشوی متناوب برگرفتگی قطره‌چکان‌های در حال کار با پساب پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که گرفتگی در درجه اول مؤثر از تعامل بین موقعیت و نوع قطره‌چکان و میزان فرکانس شستشو داشت. به طوری که گرفتگی قطره‌چکان‌های جبران کننده فشار به میزان ۳/۷ درصد کمتر از نوع عادی آن برای سیستم قطره‌ای زیرسطحی بود.

در ایران قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار برای مناطق کوهستانی فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بررسی عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های موجود در بازار نیازمند آزمایش‌های دقیق‌تر و بیشتری است. در این تحقیق ۹ نوع قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار رایج در کشور مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

برای دست‌یابی به اهداف تحقیق، یک مدل سیستم آبیاری قطره‌ای در آزمایشگاه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان طراحی، نصب و راه‌اندازی گردید. این سیستم شامل یک منبع آب از جنس فایبر گلاس با حجم ۱۰۰ لیتر، یک دستگاه الکتروپمپ افقی خشک مدل (KF4) ایتالیایی، شبکه لوله‌ها، شامل لوله‌های انتقال، رابط، فرعی و کنارگذر بود. طول لوله کنارگذر و انتقال در حدود ۲ متر و طول لوله رابط متناسب با طول دیوار آزمایشگاه ۶ متر انتخاب شد. بر روی لوله رابط به وسیله کمربندهای پلیمری ۱۶×۵۰ میلی‌متری، در فواصل ۲۰ سانتی‌متری، انشعابات لازم گرفته شد. هر انشعاب شامل یک شیر فلکه برنزی و یک قطعه لوله ۱۶ میلی‌متری همراه با قطره‌چکان موردنظر بود. طول لوله‌های فرعی (۱۶ mm) در حدود ۲۰ سانتی‌متر و انتهای آنها بست عینکی نصب شده بود. به منظور اندازه‌گیری فشار موجود در ابتدا و انتهای لوله رابط، ۲ دستگاه

Archive of SID

www.SID.ir

فشارسنج در موقعیت‌های مناسب، نصب شده بود. انتهای لوله رابط به وسیله بست انتهایی مسدود شده بود. در ابتدای لوله رابط یک دستگاه شیر تخلیه هوا نصب شده بود. به منظور تنظیم نقطه کار پمپ و ایجاد فشارهای موردنیاز، یک دستگاه شیر فلکه برنزی بر روی لوله کنارگذر تعبیه شده بود. آب جمع‌آوری شده از قطره‌چکان‌ها، توسط استوانه‌های مدرج ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتری به طور دقیق اندازه‌گیری می‌گردید. در طول مدت آزمایش دائماً دمای محیط آزمایشگاه توسط دماسنج جیوه‌ای ثبت و طبق استاندارد در حدود ۲۳ درجه بود. در شکل ۱ نمای کلی از مدل ارائه شده است.

با توجه به عنوان تحقیق لزوماً کلیه قطره‌چکان‌ها از نوع تنظیم-کننده فشار انتخاب شدند. که همگی آنها ساخت خارج بوده و از نمایندگی‌های معتبر فروش آنها در داخل کشور، تهیه شدند. بعد از سفارش، ۹ نوع قطره‌چکان جمع‌آوری شد. به منظور جلوگیری از ذکر نام کارخانه سازنده و نمایندگی فروش در ایران، قطره‌چکان‌های تهیه شده کدگذاری گردیدند. مشخصات کامل این قطره‌چکان‌ها در جدول ۱ داده شده است. در انجام این تحقیق از استاندارد ISO 9261 و استاندارد IRISI 6775 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استفاده شد. در شکل‌های ۲ الی ۱۰ تصاویر قطره‌چکان‌های انتخابی ارائه شده است.

شکل۱- نمای کلی از مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای

جدول ۱- مشخصات قطره‌چکان‌های مورد استفاده در تحقیق

قطره‌چکان	نوع اتصال	دامنه‌کاری فشار(m)	دبی اسمی(L/hr)
A	On-Line	۵ – ۳۵	۴
B	On-Line	۵ – ۳۵	۸
C	On-Line	۳/۵ – ۴۲	۴
D	On-Line	۳/۵ – ۴۲	۸
E	On-Line	۷ – ۴۰	۴
F	On-Line	۷ – ۴۰	۸
G	On-Line	۷ – ۴۰	۱۲
M	On-Line	۱۰ – ۳۵	۴
N	On-Line	۱۰ – ۳۵	۸

www.SID.ir

همچنین بر اساس استاندارد، آب مورد استفاده در آزمایشات باید از میان صافی با منافذ اسمی ۷۵ تا ۱۰۰ میکرومتر (یا مطابق توصیه کارخانه سازنده) عبور نماید تا میزان بار معلق آن از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تجاوز ننماید. در این تحقیق از آب شرب تصفیه شده شهرستان سنندج استفاده گردید.

پس از شناسایی و انتخاب انواع قطره‌چکان‌ها، جهت به دست آوردن معیارهای کیفی قطره‌چکان طبق استاندارد از میان ۵۰۰ قطره-چکان موجود از هر نوع، ۲۵ عدد به طور تصادفی انتخاب شد. این حداقل تعدادی است که می‌بایستی به طور هم زمان جهت ارزیابی کیفی قطره‌چکان‌ها در آزمایش به کار گرفته شود. دمای آب در دمای استاندارد ۱ ± ۲۳ درجه سانتی‌گراد تثبیت شد و به ترتیب تعداد ۲۵ عدد از هر نوع قطره‌چکان روی مدل نصب گردید. جهت انجام آزمایش، آماده‌سازی نمونه‌ها ضروری می‌باشد. آماده‌سازی در بردارنده این مراحل است:

قرار دادن در حداقل فشار کاری و حفظ آن به مدت ۱۰ دقیقه

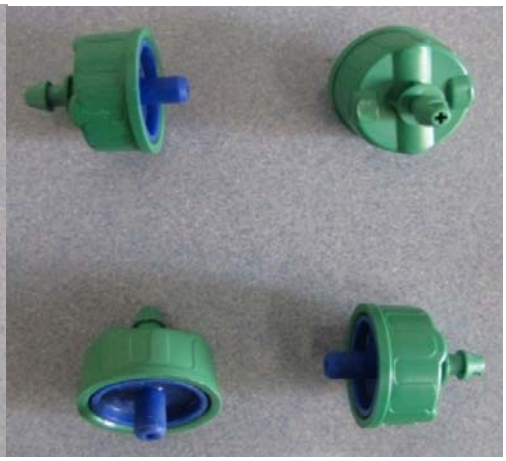
قرار دادن در فشار میانی و حفظ آن به مدت ۱۰ دقیقه

– قرار دادن در حداکثر فشار کاری و حفظ آن به مدت ۱۰ دقیقه

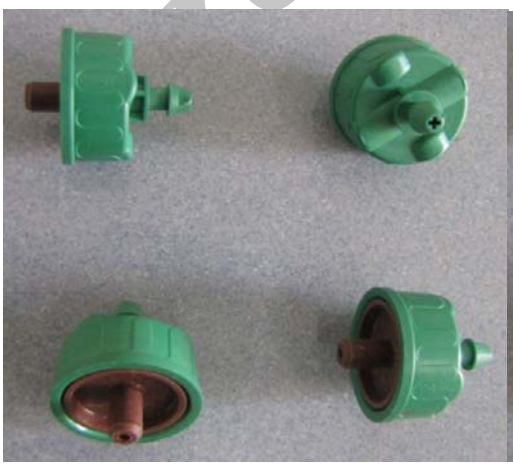
این رویه متناوباً به مدت ۲ ساعت تکرار می‌شود، تا قطره‌چکان‌ها تحت فشارهای گوناگون قرار گرفته و تغییرات احتمالی فشار، تأثیر خود را روی ساختار قطره‌چکان بگذارد. شایان ذکر است که مطابق استاندارد ISO 9261 و استاندارد IRISI 6775 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، در طی حداقل ۱ ساعت آزمون، بایستی نمونه‌ها حداقل ۳ بار در فشار حداکثر و حداقل ۳ بار در فشار حداقل و در هر نوبت حداقل به مدت ۳ دقیقه مورد بهره‌برداری قرار گیرند. نهایتاً بعد از سپری شدن این مرحله، فشار در نقطه میانی تثبیت شده و بعد از ۱۵ دقیقه، آزمایش انجام می‌شود. حجم آب جمع‌آوری شده توسط ظروف مدرج در مدت حداقل ۵ دقیقه، اندازه‌گیری و دبی قطره‌چکان‌ها به دست آمد.

شکل ۲- قطره‌چکان نوع A

شکل ۳- قطره‌چکان نوع B



شکل ٤- قطره‌چکان نوع C



شکل ٥- قطره‌چکان نوع D

www.SID.ir

شکل ٦- قطره‌چکان نوع E

شکل ۷- قطره‌چکان نوع F

شکل ۸- قطره‌چکان نوع G

شکل ۹- قطره‌چکان نوع M

شکل ۱۰- قطره‌چکان نوع N

سپس جهت ارزیابی کیفیت قطره‌چکان‌های مورد آزمایش، پارامترهای ضریب تغییرات ساخت، درصد خطای اندازه‌گیری دبی، یکنواختی پخش آب، ضریب یکنواختی کریستیان‌سن و ضریب تغییرات دبی به دست آمد. درادامه روش محاسبه هر یک از آنها ارائه شده است.

www.SID.ir

ضریب تغییرات ساخت (Cv)

برای به دست آوردن (Cv)، مقادیر دبی اندازه‌گیری شده از هر نوع قطره‌چکان، در روابط زیر گذاشته می‌شود. سپس قطره‌چکان‌ها مطابق جدول ۲ استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا طبقه‌بندی می‌گردند [علیزاده، ۱۳۸۸a].

$$C v = ([(\sum(q_i - q_a) ^ 2) / (n-1)] ^ 0.5) / q_a \quad i =1, 2 ,\ldots,25 \qquad (۱)$$

که در آن: q_i دبی قطره‌چکان‌ها در فشار میانی و q_a میانگین دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش می‌باشد.

درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d)

معمولاً مقدار اندازه‌گیری‌های واقعی (q_{avg}) در آزمایشگاه، با دبی اسمی قطره‌چکان(q_r) که کارخانه سازنده اعلام کرده، متفاوت است. لذا درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d) برابر است با:

$$q_d =100 (q_r - q_{avg}) /q_r \qquad (۲)$$

طبقه‌بندی بر اساس درصد خطای اندازه‌گیری دبی در جدول ۳ ارائه شده است[علیزاده، ۱۳۸۸a].

یکنواختی پخش آب (EU)

یکنواختی پخش با استفاده از معادله پیشنهادی کلر و کارملی از رابطه ۳ به دست می‌آید.

$$EU = 100 (q_n/q_a) \qquad (۳)$$

که در آن: EU یکنواختی پخش(درصد)، q_a متوسط دبی قطره‌چکان (لیتردرساعت) و q_n متوسط دبی در چارک پایین قطره‌چکان‌ها می‌باشد. سپس با توجه به جدول ۳، می‌توان عملکرد قطره‌چکان‌ها را بر مبنای یکنواختی پخش توصیف کرد [زهتابیان، ۱۳۷۳].

ضریب یکنواختی کریستیان‌سن (UC)

ضریب یکنواختی کریستیان‌سن با توجه به تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها از رابطه (۴) به دست می‌آید[علیزاده، ۱۳۸۵].

$$UC = 100(1 - (|q_i - q_a|) /q_a) \qquad (۴)$$

ضریب تغییرات دبی (q_{var}):

در این تحقیق برای به دست آوردن ضریب تغییرات دبی در انواع قطره‌چکان از رابطه (۵) استفاده شد:

$$q_{var} =((q_{max} - q_{min}) /q_{max}) \qquad (۵)$$

سپس با به دست آوردن (q_{var}) می‌توان یکنواختی پخش آب در قطره‌چکان‌ها را به صورت زیر نیز طبقه‌بندی کرد [علیزاده، ۱۳۸۵]:

کمتر از ۱۰ درصد = خوب

بین ۱۰ تا ۲۰ درصد = قابل قبول

بیشتر از ۲۰ درصد = غیر قابل قبول

جدول ۲- طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس Cv [علیزاده، ۱۳۸۸a]

قطره‌چکان	ضریب تغییرات ساخت	گروه
قطره‌چکان‌های نقطه‌ای	<۰/۰۵	عالی
	۰/۰۵ – ۰/۰۷	متوسط
	۰/۰۷ – ۰/۱۱	مرز متوسط و ضعیف
	۰/۱۱ – ۰/۱۵	ضعیف
	>۰/۱۵	غیر قابل قبول
قطره‌چکان‌های خطی	<۰/۱	خوب
	۰/۱ – ۰/۲	متوسط
	>۰/۲	مرز متوسط تا غیر قابل قبول

جدول ۳- طبقه‌بندی بر اساس درصد خطای اندازه‌گیری دبی [علیزاده، ۱۳۸۸a] و یکنواختی پخش [زهتابیان، ۱۳۷۳]

٪ (q_d)	طبقه‌بندی	یکنواختی پخش EU	طبقه‌بندی
نسبت تفاوت دو مقدار ≥ ۴	خوب	> ۹۰	عالی
۴ > نسبت تفاوت دو مقدار > ۸	متوسط	۸۰–۹۰	خوب
۸ > نسبت تفاوت دو مقدار> ۱۲	قابل قبول	۷۰–۸۰	متوسط
نسبت تفاوت دو مقدار ≤ ۱۲	غیر قابل قبول	< ۷۰	ضعیف

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری حجم آب خروجی از قطره‌چکان‌ها در مدت زمان معلوم، دبی قطره‌چکان‌ها محاسبه گردید، سپس با وارد کردن داده‌ها در Excel پارامترهای ارزیابی محاسبه شدند. مقادیر دبی اندازه‌گیری شده انواع قطره‌چکان‌ها در دمای استاندارد ۲۳ درجه سانتی گراد در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ٤ - مقادیر دبی اندازه‌گیری شده انواع قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت

شماره نصب قطره‌چکان‌ها	دبی اندازه‌گیری شده (لیتر در ساعت)								
	A	B	C	D	E	F	G	M	N
۱	۴/۶۷	۷/۹۰	۳/۷۷	۶/۰۷	۳/۲۴	۷/۹۱	۱۰/۳۰	۴/۲۵	۳/۸۵
۲	۴/۹۰	۸/۴۵	۳/۲۶	۷/۰۶	۳/۶۰	۸/۱۴	۱۱/۲۴	۵/۰۶	۶/۷۴
۳	۴/۷۳	۸/۳۳	۳/۶۶	۶/۳۵	۳/۸۸	۷/۷۷	۱۲/۶۲	۲/۴۲	۷/۹۴
۴	۴/۶۶	۷/۹۸	۳/۸۵	۵/۹۹	۳/۸۴	۷/۴۰	۱۱/۴۲	۴/۹۴	۶/۷۳
۵	۴/۷۵	۸/۳۹	۳/۶۵	۶/۷۶	۳/۴۲	۷/۶۲	۱۱/۷۶	۵/۲۶	۸/۴۱
۶	۴/۲۴	۸/۵۶	۳/۵۰	۵/۸۳	۳/۸۳	۸/۰۵	۱۱/۲۲	۰/۹۸	۳/۶۲
۷	۴/۶۶	۴/۴۵	۳/۷۱	۶/۴۴	۳/۸۶	۸/۰۵	۱۰/۵۲	۵/۰۴	۸/۲۹
۸	۴/۶۸	۸/۰۹	۳/۴۶	۵/۶۳	۴/۱۹	۷/۳۶	۱۰/۵۴	۵/۲۷	۱/۷۰
۹	۴/۱۹	۸/۵۶	۳/۸۰	۶/۵۶	۳/۳۴	۷/۶۹	۱۱/۶۴	۴/۹۷	۸/۱۶
۱۰	۴/۶۷	۸/۷۴	۳/۷۲	۶/۱۷	۴/۰۶	۸/۰۰	۱۰/۴۲	۵/۴۱	۳/۱۴
۱۱	۴/۸۱	۸/۵۱	۳/۹۳	۶/۵۵	۴/۰۲	۷/۶۹	۱۱/۵۶	۱/۵۸	۵/۰۵
۱۲	۴/۸۲	۷/۵۵	۳/۶۷	۶/۵۳	۳/۴۷	۸/۰۹	۱۱/۸۲	۰/۸۴	۴/۶۱
۱۳	۴/۸۲	۸/۵۸	۴/۰۰	۷/۰۴	۴/۰۳	۸/۸۰	۱۰/۳۸	۴/۹۰	۶/۴۹
۱۴	۵/۰۴	۸/۲۸	۳/۵۸	۷/۰۸	۳/۷۲	۷/۶۰	۱۱/۱۸	۵/۱۱	۵/۴۰
۱۵	۴/۶۹	۸/۰۰	۳/۹۵	۶/۶۲	۴/۳۱	۸/۴۴	۱۱/۲۰	۴/۸۰	۷/۹۱
۱۶	۴/۲۰	۸/۶۰	۳/۵۴	۶/۳۷	۳/۸۰	۷/۷۴	۱۰/۵۸	۳/۸۹	۸/۴۰
۱۷	۴/۶۶	۷/۵۶	۳/۵۲	۶/۱۴	۳/۷۸	۸/۱۳	۱۰/۶۰	۵/۱۵	۸/۳۶
۱۸	۴/۶۶	۸/۶۴	۳/۶۴	۵/۴۸	۳/۷۳	۷/۸۸	۱۰/۵۸	۲/۳۹	۸/۳۴
۱۹	۴/۷۳	۸/۳۰	۴/۰۴	۵/۳۸	۴/۰۱	۷/۸۴	۱۲/۴۶	۵/۲۶	۸/۳۹
۲۰	۴/۵۸	۸/۳۵	۳/۶۰	۶/۱۷	۳/۷۴	۷/۵۳	۱۱/۴۰	۴/۷۹	۷/۴۸
۲۱	۴/۶۱	۸/۱۷	۳/۵۷	۶/۰۷	۴/۱۳	۸/۰۰	۱۱/۴۰	۵/۰۳	۸/۳۳
۲۲	۴/۳۳	۷/۸۹	۳/۹۲	۶/۴۱	۳/۷۴	۷/۴۴	۱۱/۰۰	۴/۹۳	۸/۲۰
۲۳	۴/۴۳	۸/۰۲	۳/۲۸	۶/۱۴	۳/۸۶	۷/۸۹	۱۲/۵۶	۵/۰۲	۲/۳۹
۲۴	۴/۴۸	۸/۴۹	۴/۰۵	۶/۶۸	۳/۴۰	۷/۹۷	۱۲/۲۲	۴/۹۱	۱/۸۴
۲۵	۳/۹۶	۷/۳۲	۳/۸۴	۵/۳۳	۳/۶۵	۸/۱۱	۱۲/۰۰	۱/۱۰	۱/۵۰

جدول ۵: طبقه‌بندی بر اساس Cv

طبقه‌بندی بر اساس ASAE	ضریب تغییرات ساخت Cv %	نوع قطره‌چکان
متوسط	۵/۴	A
عالی	۴/۵	B
متوسط	۵/۸	C
مرز متوسط و ضعیف	۷/۸	D
مرز متوسط و ضعیف	۷/۲	E
عالی	۴/۱	F
متوسط	۶/۱	G
غیر قابل استفاده	۳۷/۴	M
غیر قابل استفاده	۴۱/۳	N

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج ضریب تغییرات ساخت (Cv)

در حال حاضر مشخصه‌ی اصلی در طبقه‌بندی قطره‌چکان‌های نقطه‌ای و خطی، میزان ضریب تغییرات ساخت (Cv) می‌باشد که اساس دستورالعمل انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) را تشکیل می‌دهد (جدول ۵).

با توجه به نتایج، ۲ قطره‌چکان B و F از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه عالی، ۳ نمونه A، C و G متوسط و ۲ نمونه D و E در درجه مرز متوسط و ضعیف هستند. ۲ قطره‌چکان نوع M و N غیر قابل استفاده می‌باشند. برای بهبود ضریب (Cv) در این قطره‌چکان‌ها لازم است که کنترل و نظارت بیشتری در نوع و کیفیت مواد اولیه مصرفی برای ساخت قطره‌چکان‌ها و روش‌های قالب‌ریزی قطعات و اجزاء مختلف آنها به عمل آید. تحقیقات سولومان (۱۹۸۵) نیز حاکی از آن است که یک عامل مهم و مؤثر بر یکنواختی دبی خروجی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت در بین آنها است که نتیجه‌ی نحوه طراحی هیدرولیکی، مواد مصرفی و میزان دقت اعمال شده در مراحل ساخت آنها می‌باشد. نصرالهی (۱۳۸۹) در تحقیق خود، ضریب تغییرات ساخت را در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد اما در ۴ فشار مختلف به دست آورد،که ۴ نمونه از ۱۰ نوع قطره‌چکان مورد آزمایش در درجه عالی بودند و سایر قطره‌چکان‌ها در درجه متوسط تا غیر قابل استفاده، طبقه‌بندی شدند. علی‌حوری (۱۳۷۸) ضریب تغییرات ساخت را برای قطره‌چکان‌های مورد آزمایش خود در دمای ۲۰ درجه سانتی-گراد به دست آورد. نتیجه نشان داد جز ۳ مورد از ۱۰ قطره‌چکان، همگی در درجه غیر قابل استفاده بودند. و اما در تحقیق مصطفی‌زاده و کهنوجی (۱۳۸۱)، آزمایش روی ۴ نوع قطره‌چکان در دماهای مختلف انجام شد و ضریب تغییرات ساخت در دو نوع طولانی مسیر داخل خط و لوله روزنه‌دار کمتر از ۱۰ درصد گزارش شد که در حد قابل قبول می‌باشد ولی این ضریب برای قطره‌چکان تفنگی در حد نامناسب، و برای قطره‌چکان تنظیم‌کننده فشار در حد غیر قابل قبول بود.

نتایج درصد خطای اندازه‌گیری دبی(q_d)

از آنجایی که دبی خروجی قطره‌چکان‌ها از معیارهای اصلی انتخاب قطره‌چکان برای استفاده در سیستم آبیاری به شمار می‌رود، لذا لازم است در ارزیابی کیفی قطره‌چکان‌ها مدنظر قرار گیرد. در این تحقیق با توجه به میزان دبی اسمی که کارخانه سازنده اعلام کرده، درصد خطای اندازه‌گیری دبی مشخص شده است. شدت جریان اسمی مطابق با استاندارد در مورد قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار، میانگین میزان جریانی است که در دامنه تنظیم فشار، برحسب لیتر در ساعت، وبا دمای آب ۳ ± ۲۳ درجه سلسیوس توسط سازنده مشخص شده است (جدول ۶).

به طوری که مشاهده می‌گردد حداکثر درصد خطا، در قطره‌چکان نوع N و حداقل آن نیز در قطره‌چکان F است. بر اساس درصد خطای اندازه‌گیری دبی، از ۹ قطره‌چکان مورد آزمایش، ۳ مدل در درجه خوب، ۴ مدل در درجه متوسط و ۲ مدل در درجه غیر قابل استفاده می‌باشند. در تحقیق علی‌حوری (۱۳۷۸)، از میان ۱۰ قطره-چکان مورد آزمایش، ۵ نمونه از نظر q_d در درجه خوب، ۱ مورد قابل قبول و ۴ نمونه دیگر غیر قابل استفاده گزارش شدند.

نتایج یکنواختی پخش آب (EU)

مقادیر یکنواختی پخش آب (EU) و طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس آن، با توجه به جدول (۴) صورت گرفته است (جدول ۶). میزان یکنواختی پخش آب، در مورد قطره‌چکان‌های B، C، F و G در درجه عالی و در قطره‌چکان‌ها A، D و E در درجه خوب بودند و کمترین میزان هم به قطره‌چکان‌های نوع M و N تعلق داشت که هر دوی این مدل‌ها از EU ضعیفی برخوردار بودند. مصطفی‌زاده و کهنوجی (۱۳۸۱) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر عوامل دمای آب و نوع قطره‌چکان تغییر می‌کند لذا EU به دست آمده، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد که این مقدار، در دو قطره‌چکان طولانی مسیر و لوله روزنه-دار در درجه عالی، در نوع تفنگی، خوب و در نوع تنظیم‌کننده فشار، متوسط می‌باشد.

نتایج ضریب یکنواختی کریستیان‌سن (UC)

در مورد ضریب یکنواختی کریستیان‌سن بر اساس 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[علیزاده، ۱۳۸۵]. نتایج ارزیابی قطره‌چکان‌ها بر اساس ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در جدول (۷) آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود در همگی قطره‌چکان‌ها جز دو نوع M و N مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن بیش از ۷۰ درصد می‌باشد. علی‌حوری (۱۳۷۸) نیز در تحقیق خود، مقدار UC را در دماهای مختلف ۲۵، ۴۵ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد، برای تمامی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش، بیشتر از ۷۰ درصد گزارش کرد.

نتایج ضریب تغییرات دبی (q_{var})

جهت بررسی تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها، از معادله (۵) استفاده شد و نتایج حاصل همراه با رتبه‌بندی قطره‌چکان‌ها به لحاظ تغییرات دبی در جدول (۷) آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d) و میزان یکنواختی پخش آب (EU) قطره‌چکان‌ها

طبقه‌بندی بر اساس (EU)	میزان یکنواختی پخش آب (EU)٪	طبقه‌بندی بر اساس (q_d)	درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d)٪	دبی اندازه‌گیری شده (L/hr)	دبی اسمی (L/hr)	نوع قطره-چکان
خوب	۸۹/۳۷	متوسط	-۷/۵	۴/۳۰	۴	A
عالی	۹۳/۹۱	خوب	-۲/۹	۸/۲۳	۸	B
عالی	۹۲/۶۸	متوسط	۷/۵	۳/۷۰	۴	C
خوب	۸۹/۱۸	غیر قابل استفاده	۲۱/۵	۶/۲۸	۸	D
خوب	۸۹/۸۹	متوسط	۴/۲۵	۳/۸۳	۴	E
عالی	۹۵/۵۸	خوب	۱/۳۸	۷/۸۹	۸	F
عالی	۹۱/۴۵	متوسط	۵/۴	۱۱/۳۵	۱۲	G
ضعیف	۳۸/۳۷	خوب	-۳/۲۵	۴/۱۳	۴	M
ضعیف	۳۹/۹۳	غیر قابل استفاده	۲۴/۳۸	۶/۰۵	۸	N

جدول ۷- میزان ضریب یکنواختی کریستیان‌سن و بررسی تغییرات دبی در کلیه قطره‌چکان‌ها

طبقه‌بندی بر اساس q_{var} ٪	q_{var} ٪	UC ٪	دبی اسمی (L/hr)	قطره‌چکان
غیر قابل قبول	۵۴/۰۴	۹۵/۸۶	۴	A
قابل قبول	۱۶/۲۱	۹۶/۳۱	۸	B
قابل قبول	۱۹/۴۱	۹۵/۲۹	۴	C
غیر قابل قبول	۳۱/۳۳	۹۳/۷۷	۸	D
غیر قابل قبول	۳۰/۹۴	۹۴/۵۱	۴	E
قابل قبول	۱۶/۳۷	۹۶/۸۹	۸	F
غیر قابل قبول	۲۲/۴۸	۹۵/۰۹	۱۲	G
غیر قابل قبول	۸۴/۴۸	۶۹/۵۸	۴	M
غیر قابل قبول	۸۲/۱۷	۶۳/۷۷	۸	N

میزان ضریب تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها، در محدوده‌ی ۱۶/۲۱ تا ۸۴/۴۸ درصد می‌باشد. تغییرات دبی در قطره‌چکان‌های نوع B، C و F قابل قبول و در مابقی قطره‌چکان‌ها غیر قابل قبول است[۶]. مصطفی‌زاده و کهنوجی (۱۳۸۱) در تحقیق خود، تغییرات دبی قطره‌چکان را نیز تحت تأثیر عوامل دمای آب آبیاری و نوع قطره‌چکان بیان کردند و نتایج آزمایشات آنها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان داد، q_{var} جز در مورد لوله روزنه‌دار در سایر نمونه-های مورد آزمایش بیشتر از ۲۰ درصد بوده و غیر قابل قبول می‌باشند. ضریب تغییرات دبی به دست آمده در تحقیق علی‌حوری (۱۳۷۸) نیز حاکی از آن است که در کلیه قطره‌چکان‌های مورد آزمایش، جز در دو نمونه غیر قابل قبول بودند. در جدول (۹) خلاصه شاخص‌های کیفیت تولید و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها ارائه شده است. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس ضریب تغییرات ساخت در ۵ درجه، درصد خطای اندازه‌گیری دبی در ۴ درجه، یکنواختی پخش در ۴ درجه و ضریب تغییرات دبی در ۳ درجه تقسیم‌بندی شده‌اند. عدم یکسان بودن تعداد درجات شاخص‌ها، تطبیق نتایج طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها را مشکل کرده است. در ارزیابی عملکرد قطره‌چکان‌ها مقادیر Cv و q_d باید مستقل از یکدیگر بررسی شوند. اما باید در نظر داشت که انتخاب قطره‌چکانی خوب خواهد بود که در آن هر دو این مقادیر کوچک باشند. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌های نقطه‌ای بر اساس مقادیر Cv و q_d در جدول (۸) ارائه شده است [علیزاده، ۱۳۸۸a]. بر اساس این معیار، قطره‌چکان‌های B و F در درجه خوب، A، C، E و G متوسط و قطره‌چکان N غیر قابل قبول می‌باشد. قطره‌چکان مدل D اگرچه از لحاظ یکنواختی ساخت در مرز متوسط و ضعیف قرار می‌گیرد اما از لحاظ دقت دبی عبوری غیر قابل استفاده می‌باشد. لذا لازم است در محاسبات هیدرولیکی قطره‌چکان بازنگری لازم صورت گیرد. قطره-چکان مدل M که از لحاظ تغییرات ساخت در درجه غیر قابل استفاده می‌باشد اما از لحاظ اختلاف بین متوسط آبدهی واقعی با آبدهی اسمی

Archive of SID

www.SID.ir

قطره‌چکان، در درجه خوب می‌باشد. به عبارتی اگرچه میزان آبدهی قطره‌چکان‌ها با هم بسیار متفاوت است اما این تغییرات دبی قطره-چکان‌ها، همدیگر را پوشش داده و قطره‌چکان را از لحاظ درصد خطای اندازه‌گیری دبی، در درجه خوب قرار می‌دهد. با توجه به توضیحات بیان شده، هر دو قطره‌چکان D و M در درجه غیر قابل قبول طبقه‌بندی شدند.

جدول ۸- طبقه‌بندی قطره‌چکان‌های نقطه‌ای بر اساس مقادیر Cv و q_d [علیزاده، ۱۳۸۸a]

نوع قطره‌چکان	٪ Cv	٪ q_d
خوب	۵ یا کمتر	۴ یا کمتر
متوسط	۵ تا ۱۰	۴ تا ۸
قابل قبول	۱۰ تا ۱۵	۸ تا ۱۲
غیر قابل قبول	۱۵ یا بیشتر	۱۲ یا بیشتر

شاخص q_{var} معیار مناسبی برای میزان تغییرات دبی قطره-چکان‌ها است. نتایج این شاخص تطابق مطلوبی با نتایج کیفی Cv دارد. همانگونه که ملاحظه می‌شود قطره‌چکان‌هایی که ضریب تغییرات ساخت آنها در درجه متوسط و یا پایین‌تر قرار می‌گیرد، در معیار ضریب تغییرات دبی غیر قابل قبول می‌باشند. یکنواختی پخش بیانگر عملکرد قطره‌چکان‌ها از لحاظ یکنواختی ریزش در یک واحد آبیاری می‌باشد. پایین بودن EU به دلیل تغییرات فشار در سیستم و ضریب تغییرات ساخت بالای قطره‌چکان‌ها می‌باشد. در سیستم‌هایی که از قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار استفاده می‌شود، اثر تغییرات فشار (فشار در دامنه کارکرد قطره‌چکان) تحت الشعاع شاخص‌های کیفی قطره‌چکان قرار می‌گیرد. به عبارتی میزان یکنواختی پخش در قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار با ضریب تغییرات ساخت پایین در درجه عالی قرار می‌گیرد، مگر اینکه Cv قطره‌چکان بالا باشد که در آن صورت EU به درجات پایین‌تر تنزل پیدا می‌کند.

جدول ۹- خلاصه طبقه‌بندی شاخص‌های کیفیت تولید و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها

EU	q_{var}	ترکیب Cv و q_d	q_d	Cv	قطره چکان
خوب	غیر قابل قبول	متوسط	متوسط	متوسط	A
عالی	قابل قبول	خوب	خوب	عالی	B
عالی	قابل قبول	متوسط	متوسط	متوسط	C
خوب	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	غیر قابل استفاده	مرز متوسط و ضعیف	D
خوب	غیر قابل قبول	متوسط	متوسط	مرز متوسط و ضعیف	E
عالی	قابل قبول	خوب	خوب	عالی	F
عالی	غیر قابل قبول	متوسط	متوسط	متوسط	G
ضعیف	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	خوب	غیر قابل استفاده	M
ضعیف	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	غیرقابل استفاده	غیر قابل استفاده	N

نتیجه‌گیری

کلیه قطره‌چکان‌ها از نظر کیفیت، به وسیله معیارهای ضریب تغییرات ساخت (Cv)، درصد خطای اندازه‌گیری (q_d)، ضریب یکنواختی پخش آب (EU)، ضریب کریستیان‌سن (UC) و ضریب تغییرات دبی (q_{var}) ارزیابی شدند. با توجه به تمامی معیارهای کیفیت تولید و یکنواختی پخش، قطره‌چکان‌های B، C و F که بر اساس ضریب تغییرات ساخت در طبقه خوب و عالی قرار می‌گیرند و همچنین (q_{var}) آنها کمتر از ۲۰ درصد و در درجه قابل قبول می-باشد، به عنوان قطره‌چکان‌های برتر معرفی می‌شوند.

مراجع

استاندارد ۶۷۷۵ جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۸۵. ماشین های کشاورزی- تجهیزات آبیاری- قطره‌چکانها و لوله‌های قطره‌چکاندار- ویژگی و روش‌های آزمون، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

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

صدرقائن، ح. ۱۳۷۶. ارزیابی مشخصه‌های هیدرولیکی خروجی‌ها، لوله و اتصالات مورد استفاده در آبیاری قطره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری، جلد دوم: اصول طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار، انتشارات آستان قدس رضوی.

Archive of SID

www.SID.ir

علیزاده، ا. ۱۳۸۸a. آبیاری قطره‌ای (اصول و عملیات). ویرایش دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.
علیزاده، ص. ۱۳۸۸b. بررسی ضریب تغییرات ساخت و عملکرد قطره‌چکان های تنظیم‌کننده و غیر تنظیم‌کننده فشار موجود در بازار ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز
علی حوری، م. ۱۳۷۸. عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره-چکان‌ها در فشارها و دماهای مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
فراستی، م. ۱۳۸۵. عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره-چکان‌ها در فشارها و دماهای متفاوت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
مصطفی زاده، ب.، و م.کهنوجی. ۱۳۸۱. تأثیر دمای آب آبیاری در آبدهی برخی از قطره‌چکان‌های ساخت ایران در آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره اول.
نصرالهی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر دما بر دبی چند نوع قطره‌چکان موجود در بازار ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
Duran-Ros, M., J.puig-Bargues, G. Arbat, J. Barragan, F.ramirez. 2009. Effect of filter, emitter and location on clogging when using effluents. Agricultural water management , 96, 67 – 79.
ISO 9261. 2004. Agricultural irrigation equipment – Emitters and emitting pipe – Specification and test methods.
Madramootoo, C. A. 1988. Effect of pressure changes on the discharge characteristic of pressure compensating emitters. J. Agriculture Engineering Research, 40(2), 159-164.
Puig-Bargués, J.; Arbat, G.; Elbana, M.; Duran-Ros, M.; Barragán, J.; Ramírez de Cartagena, F.; Lamm, F.R. 2010. Effect of flushing frequency on emitter clogging in micro irrigation with effluents. Agricultural Water Management, 97 (6), 883-891.
Roll, D. 2000. Pressure compensating emitter for trickle irrigation. Published in Agri – Facts, Practical Information for Alberta's Agriculture industry.
Solomon, K. H. 1985. Global uniformity of trickle irrigation system. Trans, ASAE 28(4): 1151-1158.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۸

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 7, Summer 2013, p. 231-242

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد۷، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۲۴۲-۲۳۱

Investigation of the manufacturing coefficient of variation and emission uniformity of compensating emitters common in the country

M. Parvini[1] , E. Maroufpoor[2*]

Abstract

Study of the hydraulic and technical characteristics of emitters is one of the most important issues in trickle irrigation research. The researcher carried out her work with nine types of pressure compensating emitter with codes of A, B, C, D, E, F, G, M and N based on a trickle irrigation physical model. All experiments are based on ISO 9261 standard and IRISI 6775 standard of the Institute of Standards & Industrial Research of Iran. The obtained results are as follows: 1) According to the Manufacturing coefficient of variation and difference between the actual and nominal flow rates, models B and F were rated as good, models A, C, E and G as medium, and models D, M and N were ranked as unacceptable. 2) According to the EU, models B, C, F and G were ranked as excellent, models A, D and E as good and models M and N were rated as weak. 3) According to the UC, all models except M and N were more than 70% and their flow rate variation have normal distribution 3) Considering all manufacturing quality standards and emission uniformity of emitters, models B, C and F were nominated as the best emitters.

Key words: Manufacturing coefficient of variation, Emission uniformity, Coefficient of uniformity, Discharge coefficient of variation,

Archive of SID

1- MSc Postgraduate. Department of Water Engineering, Collage of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj
2- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Collage of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj
(*- Corresponding Author E-mail: isamarofpoor@yahoo.com)

www.SID.ir