

ارزیابی خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکانه‌های ساخت داخل

تیمور سهرابی، فرزاد اکرام‌نیا و مهدی میراب‌زاده

بترتیب استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران - کرج

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۱۱/۱۴

خلاصه

چگونگی کار خروجیها یکی از عوامل اصلی تعیین کننده راندمان یک سیستم آبیاری قطره‌ای است. در طراحی اینگونه سیستمها برای رسیدن به راندمان آبیاری بالا قطره‌چکانه‌های مورد استفاده باید از یکنواختی بالایی برخوردار باشند. متأسفانه واقعیت امر حکایت از عدم یکنواختی در اکثر سیستمهای طراحی و بهره‌برداری شده می‌نماید. مشخص نمودن پارامترهای هیدرولیکی قطره‌چکانه‌ها کمک مؤثری به طراحی بهینه نموده و باعث بهبود کارایی آبیاری قطره‌ای می‌شود. در این تحقیق خصوصیات فنی و هیدرولیکی انواع قطره‌چکانه‌های ساخت داخل و خارج کشور مورد ارزیابی قرار گرفت، قطره‌چکانه‌های مورد مطالعه در این تحقیق ۹ نمونه (هفت نمونه ساخت داخل و دو نمونه ساخت خارج) و از هر نمونه ۴۸ عدد بطور تصادفی از میان ۱۰۰ عدد قطره‌چکان انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفت. از قطره‌چکانه‌های انتخابی پنج نمونه طولانی مسیر (long path)، دو نمونه تنظیم کننده فشار (pressure compensating) و دو نمونه روزنه‌ای (orifice) ساده می‌باشند. پس از انجام آزمایش‌های لازم پارامترهایی نظیر توان جریان (x)، ضریب تناسب قطره‌چکان (k)، رابطه دبی فشار (q - h)، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان (Cv)، یکنواختی بخش (EU) حداکثر تغییرات فشار مجاز در سیستم ($\frac{Dh}{h}$)، ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان (Vqs)، یکنواختی آماری (Us)، ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان از جنبه هیدرولیکی (Vqh) و ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان (Vpf) در محدوده فشاری ۵ الی ۲۰ متر تعیین گردیدند. پارامترهای حاصله براساس استانداردهای (ASAE) سیستم‌های آبیاری میکرو (Micro - irrigation) ارزیابی گردیدند. پارامترهای x, k, EU, Cv, ($\frac{\Delta h}{h}$) در شش بار فشار مختلف (۵، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۲۰m) بصورت تفکیکی مشخص و مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس برای تعیین رابطه بهینه دبی - فشار از چهار معادل نمایی - توان، لگاریتمی، خطی استفاده و بهترین معادله انتخاب گردید. پارامترهای ارزیابی عملکرد قطره‌چکان نظیر Vqf, Vqh, Us, Vqs با استفاده از ۱۶ عدد از هر قطره‌چکان در محدوده بار فشار ۱۰ الی ۱۲ متر با توجه به خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت پس از انجام آزمایش‌های لازم و تعیین کلیه پارامترهای فوق‌الذکر، قطره‌چکانه‌های نمونه براساس تعاریف طبقه‌بندی توصیف شده بر حسب عبارات (عالی، خوب (متوسط)، نسبتاً خوب (مرز خوب و ضعیف)، ضعیف، غیر قابل قبول) تفسیر و مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارزیابی بعمل آمده از ۹ نمونه قطره‌چکان مورد آزمایش، سه نمونه عالی، یک نمونه در حد خوب، یک نمونه در حد ضعیف تا غیر قابل قبول و سه نمونه غیر قابل قبول مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، قطره‌چکان، هیدرولیک، آبیاری و تحت فشار.

مقدمه

رشد جمعیت و کمبود منابع آب در کشورهای در حال توسعه موجب گردیده که نیاز آنها به غذا به میزان زیادی افزایش یابد.

تا سالهای ۱۹۵۰ افزایش محصولات زراعی اکثراً از طریق افزایش و توسعه سطح زیر کشت انجام گرفته است، ولی از سال ۱۹۵۰ به بعد قسمت اعظم افزایش تولید، متکی بر افزایش محصول در واحد سطح بوده است. بطوریکه امروزه بیشتر اراضی بکر و مناسب زراعی جهان زیر کشت قرار گرفته است، در این رابطه روشهای آبیاری میکرو از اهمیت زیادی برخوردار است.

آبیاری قطره‌ای و استفاده از قطره‌چکانه‌های مختلف معمول‌ترین روش آبیاری میکرو است که به علت پیچیدگیهایی که در طراحی و مدیریت اینگونه سیستم‌ها وجود دارد، کاربرد مستقیم آن را برای کشاورزان غیرممکن می‌سازد. چنانچه اصول کلی و مبانی علمی در نظر گرفته نشود این روش نه تنها مفید نخواهد بود بلکه باعث به هدر رفتن سرمایه می‌گردد.

اختراع لوله‌های پلاستیکی و اتصالات مربوط به آن را می‌توان نقطه شروع آبیاری قطره‌ای در سالهای ۱۹۶۰ دانست. وجود این لوله‌های ارزان قیمت که به آسانی می‌توان آنها را سوراخ و اتصالات مختلف را به آنها متصل نمود انگیزه‌ای در جهت گسترش این روش بوده است (۲).

سوراخهای بسیار ریز ایجاد شده بر روی لوله‌های پلاستیکی به آسانی به دلیل وجود املاح مسدود می‌گردد و عملاً امکان خروج یکنواخت آب از آنها امکان‌پذیر نبود.

سیس لوله‌های موئین تولید گردید که آنها را بداخل لوله‌های پلاستیکی فرو می‌بردند و از آنها به عنوان مجاری خروج آب استفاده می‌کردند. ولی امروزه به جای سوراخ کردن لوله‌ها و برای جلوگیری از خطر انسداد قطره‌چکانه‌ها، انواع و اقسام قطره‌چکانه‌ها به بازار عرضه شده است.

سیستم آبیاری قطره‌ای در سالهای حدود ۱۳۵۰ اولین بار توسط فلسطین اشغالی‌ها در ایران به اجرا درآمد. قطره‌چکانه‌هایی که در این سیستم بکار برده شد قطره‌چکانه‌هایی از نوع نتافیم (Netafim) با آبدهی ۴ لیتر در ساعت و از نوع داخل خط و طولانی مسیر بود. امروزه بعد از ۲۵ سال در ۹۵ درصد از مزارع کشاورزان همچنان کاربرد این نوع قطره‌چکان رواج دارد و تاکنون

تحقیقات کاربردی بر روی این قطره‌چکانه‌ها صورت نگرفته است. سالمون و وندرگولیک در خصوص انتخاب قطره‌چکان در آبیاری قطره‌ای مطالعاتی را انجام و علاوه بر دسته‌بندی انواع قطره‌چکانه‌ها و خصوصیات فنی آنها، عوامل مؤثر در انتخاب یک قطره‌چکان را برشمره‌اند (۷ و ۸).

همچنین توسط مرکز کاربردی کارهای آبی فلسطین اشغالی در سال ۱۹۷۴، مطالعاتی بر روی خواص هیدرولیکی و مکانیکی قطره‌چکانه‌ها انجام گرفت. آنها ضمن دسته‌بندی انواع قطره‌چکانه‌ها و چگونگی ایجاد افت انرژی در قطره‌چکانه‌ها نسبت به بررسی ساختمان قطره‌چکانه‌های مختلف، خصوصیات مکانیکی و هیدرولیکی آنها نظیر رابطه دبی - فشار، وضعیت جریان، صافی و زبری بدنه، نحوه ایجاد مقاومت و اصطکاک در برابر جریان مسایلی را مطرح نمودند (۶). همچنین همه ساله نشریاتی از سوی شرکت‌های تولیدکننده لوازم آبیاری قطره‌ای به همراه دستاوردهای جدیدشان در دسترس مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد.

در این تحقیق سعی گردیده از جنبه کاربردی با مسئله قطره‌چکانه‌ها و مشکلات ناشی از آنها در سیستم آبیاری قطره‌ای برخوردار شود. لذا در این خصوص اهداف زیر دنبال گردیده است:

- ۱ - شناسائی انواع قطره‌چکانه‌های ساخت داخل و خارج کشور.
- ۲ - تعیین رابطه آبدهی و فشار در محدوده فشار کار قطره‌چکان (q, h).

۳ - تعیین حدود تغییرات فشار مجاز کار قطره‌چکان $(\frac{\Delta h}{h})$.

۴ - تعیین ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان (Cv).

۵ - برآورد یکنواختی توزیع پخش در سطح مزرعه (EU).

۶ - تعیین پارامترهای اجرایی و هیدرولیکی قطره‌چکان نظیر:

ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان (Vqs)، یکنواختی آماری (Us)،

ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان از جنبه هیدرولیکی (Vqh)،

ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان (Vpf).

۷ - تعیین عوامل ارزیابی قطره‌چکان و ارائه قطره‌چکان بهینه از لحاظ فنی و هیدرولیکی.

مواد و روشها

به منظور ارزیابی خصوصیات فنی و هیدرولیکی انواع قطره‌چکانه‌ها، مراحل زیر در محل آزمایشگاه تحقیقات آب گروه

جهت جلوگیری از ورود هر گونه ذرات ریز و درشت، آلی و معدنی بداخل سیستم آبیاری قطره‌ای و یا وارد شدن به مجاری کوچک قطره‌چکانها که سبب گرفتگی و مسدود شدن قطره‌چکانها می‌گردد، از یک ایستگاه کنترل مرکزی که متناسب با ظرفیت مورد نیاز است استفاده گردید.

برای تعیین میزان آبدهی قطره‌چکانها از استوانه مدرج ۵۰۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتری، کرنومتر و دماسنج جهت اندازه‌گیری دمای آب و ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم برای اندازه‌گیری جرم قطره‌چکانها مورد استفاده قرار گرفت.

شکل شماره ۱ ایستگاه کنترل مرکزی و تجهیزات کنترل فشار و شکل ۲ شماتیک واحد آبیاری قطره‌ای تشکیل شده از ۹ نمونه قطره‌چکان مختلف را نشان می‌دهد.

برای تعیین خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکانها نظیر (رابطه دبی - فشار، حدود تغییرات فشار مجاز قطره‌چکان، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان)، از هر نمونه قطره‌چکان تعداد ۱۰۰ عدد اختیار و تعداد ۴۸ عدد قطره‌چکان از بین آنها بصورت تصادفی انتخاب گردید. سپس میزان حجم آب تخلیه شده از هر قطره‌چکان در مدت زمان پنج دقیقه در فشارهای (۵، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۲۰) در سه تکرار اندازه‌گیری شد.

برای تعیین سایر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکانها نظیر،

مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران بعمل آمد که به ترتیب عبارتند از:

۱ - شناسایی انواع قطره‌چکانهای ساخت داخل و خارج.
۲ - نصب و راه‌اندازی ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی سیستم آبیاری قطره‌ای.

۳ - نصب تجهیزات و ادوات لازم جهت کنترل فشار در سیستم آبیاری قطره‌ای.

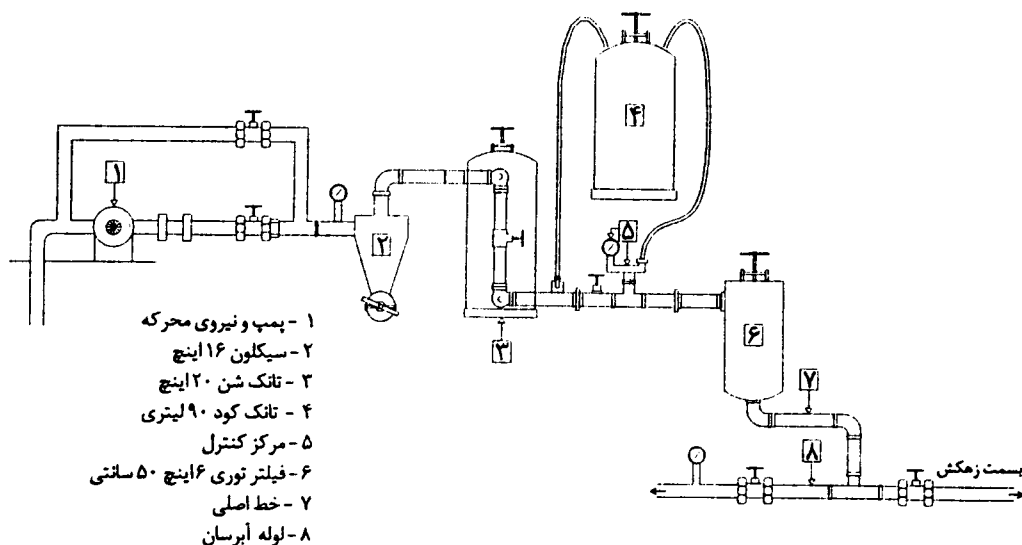
۴ - نصب و راه‌اندازی یک واحد سیستم آبیاری قطره‌ای از قطره‌چکانهای موجود بمنظور تعیین خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکانها.

در بین انواع مختلف قطره‌چکانها، نسبت به جمع‌آوری ۹ نمونه قطره‌چکان اقدام گردید. از میان این ۹ نمونه قطره‌چکان ۷ نمونه ساخت داخل و دو نمونه ساخت خارج از کشور می‌باشند. مشخصات این قطره‌چکانها از نظر نوع اتصال قطره‌چکان به لوله فرعی، نوع مسیر و مجاری عبور آب و متوسط آبدهی آنها در جدول (۱) آمده است.

به منظور ایجاد فشار لازم در محدوده فشار کاری قطره‌چکانها (۵ الی ۲۵ متر)، به یک واحد ایستگاه پمپاژ با قابلیت ایجاد فشار حداکثر ۳۰ متر و آبدهی ۳ لیتر در ثانیه نیاز بود تا بتوان قطره‌چکانها را تحت آزمایش هیدرولیکی قرار داد.

جدول ۱ - مشخصات انواع مختلف قطره‌چکانهای مورد مطالعه.

ردیف	نمونه قطره‌چکان	مشخصات ظاهری قطره‌چکان
۱	نمونه A	داخل خط، طولانی مسیر، ۴ لیتر بر ساعت
۲	B "	داخل خط، طولانی مسیر، ۴ لیتر بر ساعت
۳	C "	داخل خط، طولانی مسیر، ۴ لیتر بر ساعت
۴	D "	داخل خط، طولانی مسیر، ۴ لیتر بر ساعت
۵	E "	داخل خط، طولانی مسیر، ۴ لیتر بر ساعت
۶	F "	داخل خط، روزنه‌ای مسیر، ۴ لیتر بر ساعت، قابل شستشو بطریقه دستی
۷	G "	داخل خط، روزنه‌ای مسیر، ۴ لیتر بر ساعت، تنظیم کننده فشار
۸	H "	داخل خط، روزنه‌ای مسیر، ۴ لیتر بر ساعت، تنظیم کننده فشار، شستشوی خودکار
۹	I "	داخل خط، روزنه‌ای مسیر، آبدهی متغیر، قابل شستشو بطریقه دستی



شکل ۱ - نحوه استقرار ایستگاه بجهاز و کنترل مرکزی سیستم آبیاری قطره‌ای

انتخاب و آزمایش برای هر قطره‌چکان در ۳ نوبت تکرار گردید. رابطه آبدهی - فشار: پس از تکمیل و اصلاحات لازم بر روی شدت تخلیه‌های بدست آمده از مرحله قبل و برای محدوده فشارهای مختلف کاری قطره‌چکان مناسب‌ترین معادله برای هر محدوده فشار تعیین گردید. معادلات مورد استفاده در تعیین معادله دبی فشار عبارتند از:

$$۱) q = a + bh$$

$$۲) q = a \cdot \exp(b \cdot h)$$

$$۳) q = a + b \cdot \ln h$$

$$۴) q = a \cdot h^b$$

ضریب تغییرات ساخت: جهت تعیین تغییرات ساخت

قطره‌چکان (Cv) از همان ۴۸ نمونه قطره‌چکان انتخابی استفاده گردید و پس از حصول اطلاعات لازم براساس فرمول (۲) و (۳) ضریب Cv محاسبه گردید (۳ و ۴).

$$S = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \right]^{1/2} \quad (۲)$$

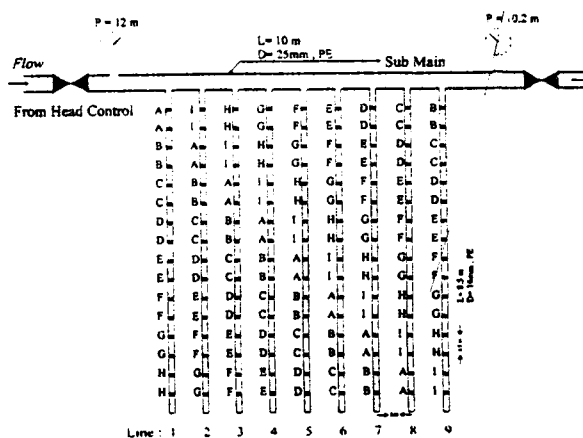
$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (۳)$$

در روابط فوق:

\bar{x} = میانگین تخلیه از قطره‌چکانهای مورد آزمایش برحسب لیتر بر ساعت (lph).

یکواختی ریزش طرح، ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان، ضریب تغییرات تخلیه قطره‌چکان از جنبه هیدرولیکی، ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان با توجه به شکل (۲) آزمایش لازم صورت گرفت.

در این حالت از هر نمونه قطره‌چکان تعداد ۱۶ عدد از میان ۱۰۰ عدد قطره‌چکان بصورت تصادفی انتخاب گردید. سپس مدت زمانی را که لازم بود هر قطره‌چکان ظرفی به گنجایش یک لیتر را از آب پر نماید یادداشت و همزمان فشار سر هر قطره‌چکان اندازه‌گیری گردید فشار کاری هر قطره‌چکان در محدوده ۱۰ الی ۱۲ متر



شکل ۲ - واحد آبیاری متشکل از ۹ نمونه قطره‌چکان

هیدرولیکی یک اندازه گیری از تغییرات در شدت تخلیه قطره چکان ناشی از طرح هیدرولیکی و نمونه قطره چکان است. این ضریب، تغییرات ناشی از فشار هیدرولیکی در یک زیر واحد یا در سرتاسر یک سیستم آبیاری میکرو را تعیین می کند. توان تخلیه قطره چکان x برای محاسبه ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان از جنبه هیدرولیکی بکار می رود و مقادیر V_{qh} و V_{qs} از فرمولهای (۲) و (۳) قابل محاسبه است (۵).

$$V_{hs} = \frac{S_h}{h} \quad (۸)$$

$$V_{qh} = x V_{hs} \quad (۹)$$

که در آن:

V_{hs} = ضریب تغییرات طرح هیدرولیکی.

S_h = انحراف معیار فشار قطره چکانهای نمونه.

h = میانگین فشار.

x = توان تخلیه قطره چکان.

و یکنواختی هیدرولیکی از طریق فرمول زیر برآورد می گردد.

$$U_{sh} = 100 (1 - V_{qh}) \quad (۱۰)$$

ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان: تغییرات عملکرد قطره چکان یک اندازه گیری از تغییرات تخلیه قطره چکان ناشی از درجه حرارت، تغییرات ساخت، پوشش قطره چکان و گرفتگی قطره چکان است. ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان می تواند با استفاده از اطلاعات فشار هیدرولیکی و شدت تخلیه جمع آوری شده قبلی و روش زیر محاسبه گردد (۵).

$$V_{pf} = (V_{qs}^2 - V_{qh}^2)^{1/2} \quad (۱۱)$$

در رابطه فوق:

V_{pf} = ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان.

V_{qs} = ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان.

V_{qh} = ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان از جنبه هیدرولیکی.

سپس با توجه به جدول (۲) و مقادیر حاصله از آزمایش U_s , V_{hs} و V_{pf} تفسیر می گردد.

نتایج و بحث

در بررسی ارزیابی خصوصیات فنی و هیدرولیکی قطره چکانها، شاخص های محاسبه شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس تفسیر نهایی در خصوص کاربرد و کارایی قطره چکان

x_i = میزان تخلیه از هر قطره چکان بر حسب لیتر بر ساعت (lph).

n = تعداد قطره چکانهای مورد آزمایش.

S = انحراف معیار تخلیه از قطره چکانهای مورد آزمایش.

C_v = ضریب تغییرات ساخت قطره چکان.

برآورد یکنواختی ریزش طرح: یکنواختی ریزش قطره چکانها، در شکل (۲)، در محدوده بار فشار ۱۰ الی ۱۲ متر و با استفاده از فرمول های زیر برآورد گردید (۴ و ۳).

$$EU = 100 \left[1 - \frac{1.27 C_v}{\sqrt{n}} \right] \frac{q_m}{q_a} \quad (۴)$$

$$EU = 100 \left[1 - \frac{1.27 C_v}{\sqrt{n}} \right] \left(\frac{h_m}{h_a} \right)^x \quad (۵)$$

در رابطه فوق:

q_m = حداقل شدت تخلیه در زیر واحد (lph).

q_a = متوسط شدت تخلیه در زیر واحد (lph).

h_m = حداقل بار فشار در زیر واحد (m).

h_a = متوسط فشار در زیر واحد (m).

ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان و یکنواختی آماری:

یکنواختی کاربرد سیستم بوسیله طرح هیدرولیکی، توپوگرافی، فشار بهره برداری، اندازه لوله، فواصل قطره چکانها و تغییرات تخلیه قطره چکان تحت تأثیر قرار می گیرد. تغییرات تخلیه قطره چکان می تواند به سبب تنوع درجه حرارت آب، تغییرات ساخت قطره چکان و گرفتگی آن صورت پذیرد. لیکن یکنواختی آماری و ضریب تغییرات به منظور ارزیابی تغییرات تخلیه قطره چکان و متمایز ساختن بین طرح هیدرولیکی و تغییر عملکرد قطره چکان بکار برده می شود.

یکنواختی آماری جهت ارزیابی یکنواختی کاربرد آب در

یک سیستم از طریق فرمول های ذیل قابل محاسبه است (۵).

$$V_{qs} = \frac{S_q}{q} \quad (۶)$$

$$U_s = 100 (1 - V_{qs}) \quad (۷)$$

در رابطه فوق:

V_{qs} = ضریب تغییرات سیستم یا ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان.

U_s = یکنواختی آماری میزان دبی قطره چکان.

S_q = انحراف معیار سیستم.

q = میانگین شدت تخلیه قطره چکان.

ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان از جنبه هیدرولیکی: تغییرات

جدول ۲ - تفسیر نتایج V_{pf} و V_{qh} ، U_s

U_s	V_{hs}	V_{pf}	تفسیر	
≥ 90	≤ 10	≤ 5	excellent	عالی
80 - 90	10 - 20	5 - 10	very good	خیلی خوب
70 - 80	20 - 30	10 - 15	fair	نسبتاً خوب
60 - 70	30 - 40	15 - 20	poor	ضعیف
< 60	> 40	> 20	unacceptable	غیر قابل قبول

نمود. بطور مثال برای مقایسه ضریب تغییرات ساخت قطره چکانهای نمونه A الی I به شکل ۴ رجوع گردد. خلاصه مقادیر دبی فشار در محدوده فشار کاری قطره چکانها (۲۰ - ۵ متر) در جدول ۸ نشان داده شده است.

قطره چکان نمونه C:

(۱) این نمونه قطره چکان دارای توان جریان متوسط ۰/۵۲ می باشد و جزء قطره چکانهای با جریان متلاطم و از نوع طولانی مسیر

ارائه گردید. در اینجا نتایج حاصل از ارزیابی قطره چکان نمونه C با توجه به جداول (۳ الی ۶) و سایر خصوصیات فنی آن مورد تفسیر قرار گرفته است.

در جدول شماره (۷) نتیجه ارزیابی مشخصات هیدرولیکی ۹ نمونه قطره چکان براساس پارامترهای اندازه گیری شده درجه بندی گردیده است. برای درک کامل تر موضوع و مقایسه پارامترهای مورد ارزیابی بین نمونه قطره چکانها می توان به شکل های ۳ الی ۱۰ رجوع

جدول ۳ - تعیین ضرایب x و k و روابط بهینه دبی - فشار در محدوده بار فشار کار قطره چکانها برای نمونه C

فشار (m) h	۵	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰
آبدهی	۳/۰۵	۳/۸۹	۴/۳۸	۴/۸۱	۵/۳۹	۶/۲۷
q (lph)						
توان x	۰/۵۱۸	۰/۵۳۲	۰/۵۱۴	۰/۵۱۰	۰/۵۱۰	۰/۵۲۶
ضریب k	۱/۳۲۶	۱/۲۸۸	۱/۳۴۲	۱/۳۵۴	۱/۳۵۴	۱/۲۹۷
رابطه دبی - فشار	$q=k.h^{\wedge}x$	$q=k.h^{\wedge}x$	$q=k.h^{\wedge}x$	$q=k.h^{\wedge}x$	$q=k.h^{\wedge}x$	$q=k.h^{\wedge}x$

$$a = 1/317 \quad r = 1/0$$

$$b = 0/521 \quad Se = 1/66 \times 10^{-3}$$

$$a = 1/348 \quad r = 1/0$$

$$b = 0/512 \quad Se = 0$$

$$q = a \cdot h^{\wedge} b$$

$$a = 1/322 \quad r = 1/0$$

$$b = 0/519 \quad Se = 1/22 \times 10^{-3}$$

$$q = a \cdot h^{\wedge} b$$

$$a = 1/309 \quad r = 1/0$$

$$b = 0/524 \quad Se = 1/70 \times 10^{-3}$$

$$q = a \cdot h^{\wedge} b$$

$$a = 1/323 \quad r = 1/0$$

$$b = 0/519 \quad Se = 1/26 \times 10^{-3}$$

$$q = a \cdot h^{\wedge} b$$

جدول ۴ - ضریب تغییرات ساخت قطره چکان (Cv) برای نمونه C

فشار h (m)	۵	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰
Cv(%)	۵/۲	۳/۷	۳/۹	۳/۶	۳/۲	۳/۲

جدول ۵ - ضرایب هیدرولیکی قطره چکان % (V_{qs}, V_{qh}, V_{pf}) و

یکنواختی آماری (Us) با حدود اعتماد ۹۵٪ برای نمونه C

V _{qs} (%)	V _{qh} (%)	V _{pf} (%)	Us(%)
۴/۲	۲/۸	۳/۱	۹۵/۸ ± ۲

جدول ۶ - یکنواختی پخش (EU) در محدوده بار فشار کار قطره چکان برای حالت n = ۱ و n = ۵ برای نمونه C

متوسط بار فشار کار	۶/۵	۹	۱۱	۱۳/۵	۱۷/۵
قطره چکان ha(m)					
حداکثر تغییرات بار فشار	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
مجاز $\frac{\Delta h}{h}$ (%)					
EU (%)	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳	۹۳
n = ۱					
EU (%)	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۶
n = ۵					

حالتی که تعداد ۵ عدد قطره چکان برای هر درخت بکار برده شود این حد یکنواختی پخش تا میزان ۹۷ درصد افزایش می یابد و از نظر طبقه بندی توصیه شده در حد عالی می باشد.

۶) ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان در سیستم معادل ۴/۲ درصد و دارای یکنواختی آماری (۹۵/۸ ± ۲) درصد با حدود اعتماد ۹۵ درصد می باشد. و از نظر طبقه بندی یکنواختی آماری، در حد عالی می باشد.

۷) ضریب تغییرات تخلیه قطره چکان از لحاظ هیدرولیکی معادل ۲/۸ درصد ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان معادل ۳/۱ درصد و از نظر طبقه بندی در حد عالی می باشد.

۸) افت اصطکاک در محل اتصال قطره چکان به لوله فرعی نسبت به سایر قطره چکانهای روی خط در شرایط مشابه دبی و فشار

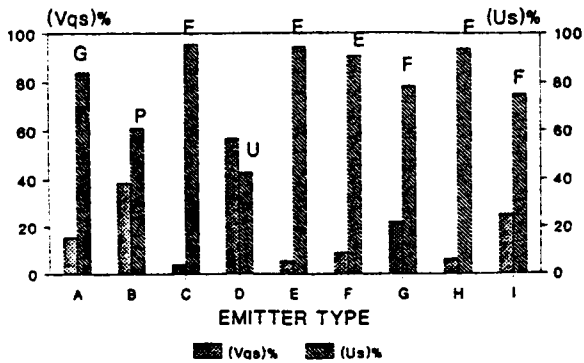
بشمار می رود.

۲) به منظور ایجاد ۱۰ درصد تغییرات مجاز دبی تخلیه قطره چکانها و حداکثر تغییرات فشار مجاز معادل ۲۰ درصد در سیستم امکانپذیر می باشد (۲).

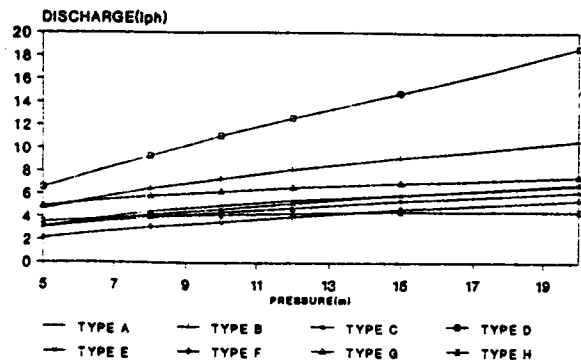
۳) رابطه بهینه دبی - فشار قطره چکان در محدوده بار فشار ۵ الی ۲۰ متر بصورت رابطه ذیل می باشد. $q = 1/323 h^{0.519}$

۴) ضریب تغییرات ساخت قطره چکان معادل ۳/۸ درصد می باشد که از نظر ساخت و روند تولید مطلوب بوده و در طبقه بندی توصیه شده، جزو قطره چکانهای عالی بشمار می رود.

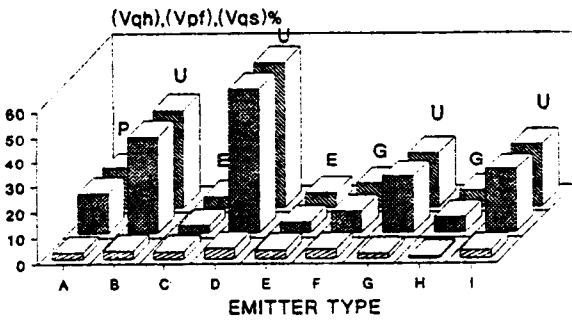
۵) یکنواختی پخش قطره چکان برای حالتی که یک قطره چکان برای هر درخت اختصاص داده شده باشد معادل ۹۳ درصد و از نظر طبقه بندی مابین حد خوب و عالی می باشد. برای



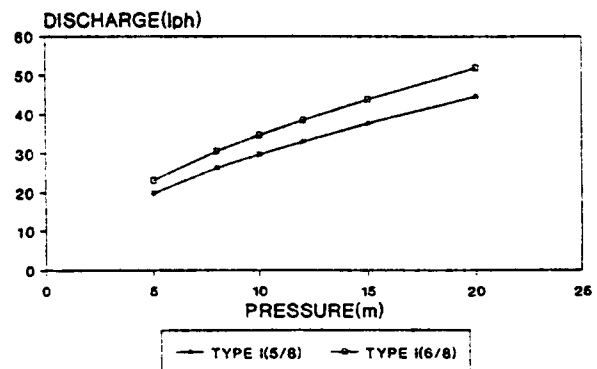
شکل ۷ - مقایسه ضریب تغییرات دبی و یکنواختی آبیاری برای مجاری خروجی (Emitters) تحت ارزیابی
 E:excellent G:good F:fair P:poor U:unacceptable



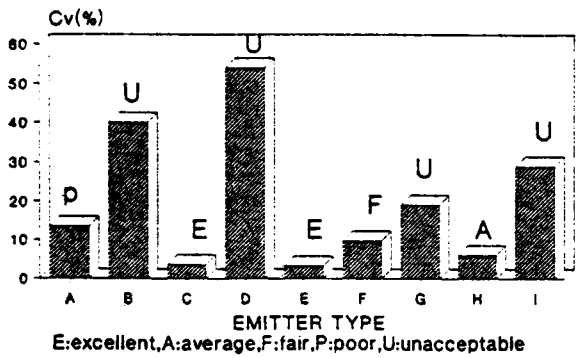
شکل ۳ - مقایسه تغییرات فشار و دبی برای مجاری خروجی (Emitters) تحت ارزیابی



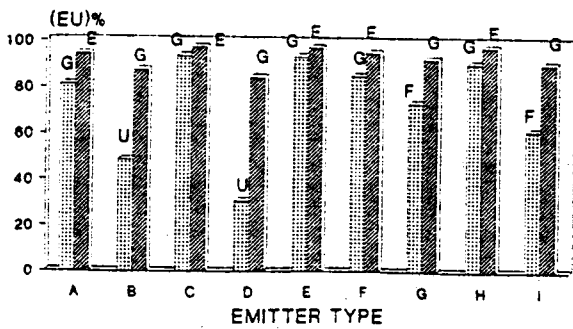
شکل ۸ - مقایسه ضریب تغییرات دبی مجاری خروجی از جنبه هیدرولیکی (Vqh)، ضریب تغییرات عملکرد مجاری خروجی (Vpf) و ضریب تغییرات دبی مجاری خروجی (Vqs) برای مجاری خروجی تحت ارزیابی
 E:excellent G:good F:fair P:poor U:unacceptable



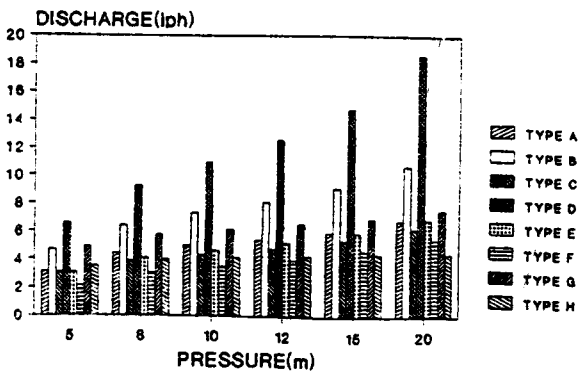
شکل ۴ - مقایسه تغییرات فشار و دبی برای مجاری خروجی (Emitters) تیپ I



شکل ۵ - مقایسه ضریب تغییرات ساخت برای مجاری خروجی (Emitters) تحت ارزیابی
 E:excellent, A:average, F:fair, P:poor, U:unacceptable



شکل ۹ - یکنواختی ریزش برای مجاری خروجی (Emitters) تحت ارزیابی
 E:excellent, G:good, F:fair, P:poor, U:unacceptable



شکل ۶ - مقایسه تغییرات فشار و دبی برای مجاری خروجی (Emitters) تحت ارزیابی

جدول ۷ - ارزیابی مشخصات هیدرولیکی قطر چکانها

مشخصه	حداکثر تغییرات		رابطه بهینه		ضرب تغییرات		یکواختی پیش		ضرب تغییرات		ضرب تغییرات		ضرب تغییرات		ضرب تغییرات		نمونه قطر چکان
	توان جریان	فشار سباز	دبی - فشار	(q, h)	ساخت	(Cv)	(E ₁)%	n = ۱ و n = ۵	تخلیه	تخلیه از جنه	قطر چکان	اجرای	با حدود اعتماد	غیر قابل قبول	با حدود اعتماد	(U _s)%	
ضعیف	۰/۵۷	۱۸	q-۱/۱۰۴۰	۱۳/۳	۸۱ و ۹۴	۱۵/۸	۲/۱	۱۵/۵	۸۴/۲ ± ۵/۷	۱۵/۵	۲۱/۹	۲۴/۹	۷۴/۹ ± ۹/۴	۲۴/۹	۷۴/۹ ± ۹/۴	۲۴/۹	A
B	۰/۶	۱۷	$\frac{2}{\sqrt{630}} \ln(h)$	۴۰/۴	۴۸ و ۸۷	۲۸/۸	۲/۱	۲۸/۷	۶۱/۲ ± ۱۵/۶	۲۸/۷	۲۱/۹	۲۴/۹	۷۸ ± ۸/۲	۲۱/۹	۷۸ ± ۸/۲	۲۱/۹	B
C	۰/۵۲	۲۰	$q-1/822(h)^{0.598}$	۳/۸	۹۳ و ۹۷	۴/۲	۲/۸	۳/۱	۹۵/۸ ± ۲	۳/۱	۲/۸	۲۴/۹	۹۰/۸ ± ۳/۳	۲/۸	۹۰/۸ ± ۳/۳	۲/۸	C
D	۰/۷۵	۱۴	$q-1/323(h)^{0.519}$	۵۴	۳۰ و ۸۴	۵/۶/۹	۴/۰/۴	۵/۶/۸	۴۳/۱ ± ۱۶/۲	۵/۶/۸	۴/۰/۴	۲۴/۹	۹۴/۵ ± ۲/۲	۴/۰/۴	۹۴/۵ ± ۲/۲	۴/۰/۴	D
E	۰/۵۹	۱۸	$q-1/912(h)^{0.749}$	۳/۳	۹۳ و ۹۷	۵/۵	۲/۴	۴/۳	۹۴/۵ ± ۲/۲	۴/۳	۲/۴	۲۴/۹	۹۰/۸ ± ۳/۳	۲/۴	۹۰/۸ ± ۳/۳	۲/۴	E
F	۰/۶۹	۱۵	$q-1/201(h)^{0.589}$	۹/۸	۸۵ و ۹۵	۹/۲	۳/۷	۸/۴	۹۰/۸ ± ۳/۳	۸/۴	۳/۷	۲۴/۹	۷۸ ± ۸/۲	۳/۷	۷۸ ± ۸/۲	۳/۷	F
G	۰/۳۲	۲۵	$q-1/754$	۱۹	۷۳ و ۹۲	۲/۲	۱/۹	۲۱/۹	۷۸ ± ۸/۲	۲۱/۹	۱/۹	۲۴/۹	۷۸ ± ۸/۲	۲۱/۹	۷۸ ± ۸/۲	۲۱/۹	G
H	۰/۱۸	۷۲	$\frac{1}{\sqrt{41}} \ln(h)$	۶/۱	۹۰ و ۹۷	۶/۲	۰/۸	۶/۱	۹۳/۸ ± ۲/۴	۶/۱	۰/۸	۲۴/۹	۹۳/۸ ± ۲/۴	۰/۸	۹۳/۸ ± ۲/۴	۰/۸	H
I	۰/۵۸	۱۸	$q-1/177(h)^{0.587}$	۲/۹	۶۱ و ۹۰	۲۵/۱	۳/۲	۲۴/۹	۷۴/۹ ± ۹/۴	۲۴/۹	۳/۲	۲۴/۹	۷۴/۹ ± ۹/۴	۳/۲	۷۴/۹ ± ۹/۴	۲۴/۹	I

جدول ۸ - خلاصه مقادیر دبی - فشار در محدوده فشار کار قطره چکان. (دبی بر حسب lph)

قطره چکان \ فشار h(m)	۵	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۲۰
A	۳/۱۰	۴/۴۵	۵/۰۲	۵/۴۷	۵/۹۲	۶/۸۵
B	۴/۶۶	۶/۴۱	۷/۳۴	۸/۱۵	۹/۱۴	۱۰/۷۲
C	۳/۰۵	۳/۸۹	۴/۳۸	۴/۸۱	۵/۳۹	۶/۲۷
D	۶/۵۸	۹/۲۵	۱۱/۰۴	۱۲/۶۴	۱۴/۷۶	۱۸/۶۴
E	۳/۰۷	۴/۱۳	۴/۶۷	۵/۲۴	۸/۹۲	۶/۹۶
F	۲/۱۱	۳/۰۵	۳/۵۵	۴/۰۲	۴/۶۴	۵/۵۱
G	۴/۹۱	۵/۷۷	۶/۲۰	۶/۶۱	۶/۹۷	۷/۶۰
H	۳/۵۳	۴/۰۲	۴/۱۹	۴/۳۱	۴/۴۵	۴/۵۰
I	$\frac{5}{8}$	۱۹/۷۲	۲۶/۱۹	۲۹/۶۵	۳۳	۳۷/۶۸
	$\frac{7}{8}$	۲۳/۰۶	۳۰/۵۴	۳۴/۵۹	۳۸/۴۴	۴۳/۸۶

قابل قبول به شمار می‌رود و دارای آبدهی بیش از حد معمول و خواص هیدرولیکی ضعیف می‌باشد. لذا کاربرد آن در سیستم آبیاری قطره‌ای توصیه نمی‌گردد.

۳ - قطره‌چکان نمونه C: این نوع جزو قطره‌چکانهای عالی به شمار می‌رود. لیکن کاربرد آن در اراضی مسطح و اراضی که دارای اختلاف ارتفاع ناچیز بوده و امکان برقراری افت فشار مجاز در سیستم امکان‌پذیر باشد قابل کاربرد می‌باشد. افت اصطکاک ناشی از اتصال قطره‌چکان به لوله فرعی زیاد بوده و میزان آبدهی قطره‌چکان با دما تغییر می‌کند و از وزن و حجم بالایی برخوردار می‌باشد.

یکسان. بطور متوسط از ۲ تا ۸ برابر بیشتر می‌باشد. (۹) تغییرات دما اثر قابل توجهی بر روی میزان آبدهی قطره‌چکان دارد. (با افزایش دما میزان آبدهی قطره‌چکان افزایش می‌یابد و بالعکس).

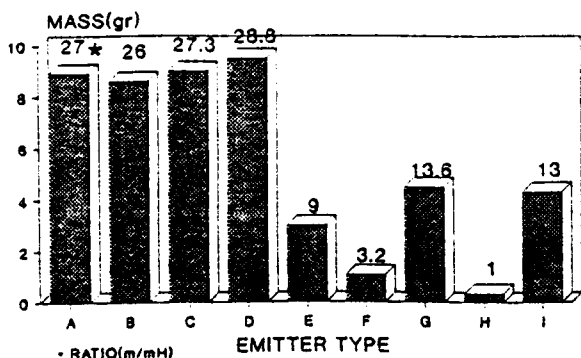
(۱۰) از نظر جرم و مواد مصرفی بکار برده شده نسبت به قطره‌چکانهای جدید ۲۷/۳ برابر سنگین‌تر می‌باشد. در مجموع با توجه به موارد فوق الذکر قطره‌چکان نمونه C از لحاظ هیدرولیکی جزو قطره‌چکانهای عالی بشمار می‌رود و از لحاظ مقایسه با نمونه خارجی مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق خصوصیات هیدرولیکی نه نمونه قطره‌چکان ساخت داخل و خارج با استفاده از استانداردهای جهانی سیستم آبیاری میکرو مورد ارزیابی قرار گرفت، و نتایج حاصله از آنها به شرح ذیل می‌باشد.

۱ - قطره‌چکان نمونه A: این نوع جزو قطره‌چکانهای ضعیف به شمار می‌رود و کاربرد آن در سیستم آبیاری قطره‌ای چندان توصیه نمی‌گردد.

۲ - قطره‌چکان نمونه B: این نوع جزو قطره‌چکانهای غی



شکل ۱۰ - رابطه بین جرم و نوع مجاری خروجی برای محاری خروجی

(Emitters) تحت ارزیابی

۸ - قطره‌چکان نمونه H: این نوع قطره‌چکانها جزو خوب و عالی به شمار می‌رود. این قطره‌چکان از نوع جریان‌کننده فشار قابلیت شستشو اتوماتیک، دارای کوتاهترین مسیر افت انرژی، افت کم در محل اتصال قطره‌چکان به لوله فرعی و دارای خصوصیات هیدرولیکی بالایی می‌باشد. کاربرد این قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای و بالاخص در اراضی تپه ماهور و شیب‌دار که امکان استفاده از سایر قطره‌چکانها نیاز به فشارشکن و تمهیدات خاص دارد به راحتی امکان‌پذیر می‌باشد.

۹ - قطره‌چکان نمونه A: این نوع جزو قطره‌چکانهای غیر قابل قبول به شمار می‌رود. این قطره‌چکان دارای آبدهی بین صفر تا ۱۰۰ لیتر در ساعت می‌باشد و به دلیل فقدان طرح هیدرولیکی مناسب قطره‌چکان، امکان کالیبره نمودن آن و حصول یک میزان آبدهی ثابت امکان‌پذیر نمی‌باشد. ضمن اینکه شعاع پاشش آب در هنگام آبیاری تا حد چندین متر می‌رسد و امکان مرطوب نمودن یک محدوده خاص از محیط ریشه امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا کاربرد این نوع قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای توصیه نمی‌گردد.

در مجموع پس از مد نظر قرار دادن عوامل ارزیابی و بررسی نمونه‌های مختلف قطره‌چکانها قطره‌چکان نمونه H به عنوان قطره‌چکان بهینه تشخیص و معرفی می‌گردد.

سپاسگزاری

بخشی از هزینه‌ها و امکانات اجرایی این طرح توسط دانشگاه تهران فراهم شده است که بدین وسیله صمیمانه قدردانی می‌شود.

۴ - قطره‌چکان نمونه D: این نوع جزو قطره‌چکانهای غیر قابل قبول به شمار می‌رود و دارای آبدهی بیش از حد معمول و خواص هیدرولیکی ضعیف می‌باشد. لذا کاربرد آن در سیستم آبیاری قطره‌ای توصیه نمی‌گردد.

۵ - قطره‌چکان نمونه E: این قطره‌چکانها در طبقه‌بندی جزو قطره‌چکانهای عالی به شمار می‌رود و نسبت به قطره‌چکانهای طولانی مسیر دارای مجاری عبور بزرگتری و دارای دو مجرای خروج آب می‌باشد که نسبت به گرفتگی از حساسیت کمتری برخوردار می‌باشد. افت اصطکاک ناشی از اتصال این قطره‌چکان به لوله فرعی نسبت به نوع داخل خط کمتر می‌باشد. لذا کاربرد این قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای توصیه می‌گردد.

۶ - قطره‌چکان نمونه F: این نوع قطره‌چکانها در مرز خوب و عالی هستند و به لحاظ قابلیت شستشو با دست و کوتاه مسیر بودن مجاری عبور آب نسبت به مسدود شدن از حساسیت کمتری برخوردار می‌باشد. لیکن کاربرد این قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای توصیه می‌گردد.

۷ - قطره‌چکان نمونه G: این نوع جزو قطره‌چکانهای ضعیف تا غیر قابل قبول به شمار می‌رود. این نوع قطره‌چکان از نوع جریان‌کننده فشار بوده، لیکن به دلیل عدم حساسیت صفحه دیافراگم قابل ارتجاع آن از کارآیی بالایی برخوردار نمی‌باشد. ضمن اینکه عملکرد صفحه قابل ارتجاع در طولانی مدت می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. لذا کاربرد این نوع قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای چندان توصیه نمی‌گردد.

مراجع مورد استفاده

- ۱ - برهان، ا. ۱۳۵۴. اصول و طراحی آبیاری قطره‌ای. انتشارات آفتاب.
- ۲ - تبار احمدی، م. خ. ۱۳۷۱. آبیاری قطره‌ای. ترجمه فصل ۷ از بخش ۱۵ دستورالعمل مهندسی اداره حفاظت خاک آمریکا، دانشگاه مازندران.
- ۳ - علیزاده، ا. و ح. خیابانی. ۱۳۶۹. آبیاری قطره‌ای. معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.
- 4 - ASAE Subsurface and Trickle Irrigation Committee. 1994. Design and installation of micro irrigation systems. ASAE standard EP405. 1:724-727.
- 5 - ASAE subsurface and trickle irrigation committee. 1994. Field evaluation of microirrigation systems. ASAE standard EP458:760-765.
- 6 - Gilaad, Y., Krystal, L., Zanker, K. 1974. Hydraulic and mechanical properties of drippers. Proceedings

- of the second international drip irrigation congress, Sandiego, California:311-316.
- 7- Solmon, K. H. 1986. Trickle irrigation emitters selection. Micro irrigation methods and materials update. Fresno - California:305-310.
 - 8 Vander Gulik, T. 1986. Trickle irrigation emitter selection. Microirrigation methods and material update. Fresno - California:319-323.

Evaluating Hydraulic Characteristics of Emitters

T. SOHRABI, F. AKRAMNYA AND M. MIRABZADEH

Assistant Professor, Former Graduate Student and Professor, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng., Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted Feb. 3, 1999

SUMMARY

The performance of emitters used in trickle irrigation systems is one of the main factors affecting the irrigation efficiency. In order to achieve high emission uniformity, emitters should discharge water uniformly. Most of the existing irrigation systems are low in uniformity of emission, therefore, an evaluation of hydraulic parameters of different emitters is useful in optimization of system design which also would lead to an improvement of overall system performance. In this study the hydraulic and technical characteristics of emitters made in Iran and in some other countries were evaluated. Hundred emitters were selected from each of nine manufacturers' products, the 48 of which were randomly picked to be used in the performance of necessary tests. Seven types which made in Iran and two made in other countries. From the selected emitters, five were of the long path type, two pressure compensating and two the simple orifice type. Evaluation parameters such as emitter discharge exponent (x), empirical factor (k), pressure-discharge relation ($q - h$), emitter manufacturer's coefficient of variation (C_v), emission uniformity (EU), allowable maximum pressure variation of system ($\frac{\Delta h}{h}$), emitter discharge coefficient of variation (V_{qs}), statistical uniformity (U_s), and emitter discharge coefficient of variation (V_{pf}) were determined in pressure heads ranging from 5 to 20 meters. Tests were carried out according to ASAE standards for micro-irrigation systems. The evaluation parameters were evaluated separately each under six different pressure heads (5, 8, 10, 12, 15 and 20 meters). By obtaining four different types of equations (exponential, power, logarithmic and linear) for each type of emitters, the proper pressure-discharge relationship was found out and selected. Emitter performance evaluation parameters such as V_{qs} , U_s , V_{qh}

and V_{pf} were also evaluated by using 16 emitters of each type, in the pressure heads ranging from 10 to 12 meters as related to their hydraulic properties. Finally, after the completion of the required tests and determining evaluation parameters, the expressions, excellent, good, fair, poor and unacceptable were used to indicate emitters, evaluation and performance. From nine types of tested emitters, three were found to be excellent, one good, one fair, one poor and the rest unacceptable.

Keywords: Emitter, Hydraulic, Evaluation & Irrigation.