مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره اول، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی عملکرد هیدرولیکی سه نوع قطره‌چکان خارجی تنظیم‌شونده در فشارهای کارکرد مختلف

[*]ابوطالب هزارجریبی[۱]، قربان قربانی‌نصرآباد[۲]، رامین فضل‌اولی[۳] و میثم عابدین‌پور[۴]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان، [۳]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۴]دکتری آبیاری و زهکشی

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲٤

چکیده

از آن‌جا که راندمان سیستم آبیاری قطره‌ای به خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی و به‌ویژه به یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها بستگی دارد، بنابراین ارزیابی قطره‌چکان‌ها به‌عنوان مهم‌ترین بخش سیستم آبیاری قطره‌ای به‌منظور داشتن یک سیستم آبیاری کارآمد بسیار مهم خواهد بود. هدف از انجام این پژوهش اندازه‌گیری دبی سه نوع قطره‌چکان مختلف ساخت خارج کشور (Siplast, Inline168 and Katif8) در ٤ فشار کارکرد مختلف برای بیان ارزیابی هیدرولیکی، محاسبه ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها برای تعیین حساسیت دبی قطره‌چکان‌ها به فشار آب و مقایسه نتایج به‌دست آمده با نتایج ارایه شده توسط سازندگان بود. براساس نتایج و مطابق انتظار، Katif8 به‌عنوان قطره‌چکان تنظیم‌کننده دبی و Siplast و Inline168 به‌صورت قطره‌چکان غیرقابل تنظیم طبقه‌بندی گردیدند. هر سه نوع قطره‌چکان آب را به‌صورتی کاملاً یکنواخت توزیع نمودند. نتایج نشان داد که طراحی آبیاری قطره‌ای به‌ویژه رابطه دبی- فشار بایستی براساس نتایج واقعی آزمایشگاهی باشد نه براساس آن‌چه که در کاتالوگ قطره‌چکان‌ها از طرف شرکت سازنده ارایه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، ارزیابی هیدرولیکی، یکنواختی توزیع، جبران‌کننده فشار

[*] مسئول مکاتبه: hezab10@yahoo.com

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت جهان و به پیروی از آن افزایش تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی و مواد غذایی از یک‌سو و محدودیت منابع آب و روند رو به نزول کیفیت آب‌ها به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک از سوی دیگر، بهره‌برداری بهینه از منابع رو به کاهش آب را در تمام بخش‌ها به‌ویژه در بخش کشاورزی که بیش‌ترین سهم را در مصرف آب کشور (حدود ۹۰ درصد) به خود اختصاص داده است، ضروری می‌سازد (فرشی و همکاران، ۲۰۰۳). روش‌های آبیاری قطره‌ای که از اواسط دهه ۱۹۶۰ به‌عنوان یک تکنولوژی جدید معرفی و به بازار عرضه شده‌اند، به‌دلیل پتانسیل ایده‌ال در توزیع آب و کود با راندمان بالا، یک راه‌حل مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند، مشروط به این‌که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم آبیاری قطره‌ای با دقت کافی و به شکلی اصولی انجام گیرد. روش آبیاری قطره‌ای از نظر نحوه توزیع آب با راندمان بالا یک راه‌حل مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد. در این روش بسته به وضعیت کمی و کیفی آب، نوع محصول، امکانات فنی موجود، نوع خاک و پستی و بلندی زمین و شرایط آب و هوا، انواع سیستم‌ها مانند قطره‌ای، زیرسطحی، لوله‌های تروا، بابلر، خرد آب‌پاش و... به‌کار گرفته می‌شوند که هر کدام دارای خصوصیات ویژه می‌باشد. در این روش به‌دلیل وابستگی حیاتی گیاه به سیستم، مراقبت دایم از سیستم آبیاری قطره‌ای باید در سطوح بالاتری از فن‌آوری و مدیریت صورت گیرد. حساس‌ترین بخش در آبیاری قطره‌ای، انتخاب قطره‌چکانی مناسب است که کارآیی قطره‌چکان‌ها از نظر یکنواختی پخش آب و کود، دوام و طول عمر و مقاومت آن در مقابل گرفتگی توسط عوامل مختلف است. بنابراین به‌منظور جلوگیری از عملکرد ضعیف این سیستم، تعویض نکردن پیوسته قطره‌چکان‌ها و استقبال بیش‌تر زارعین از آن لازم است که چگونگی عملکرد تجهیزات مورد استفاده در این روش به‌ویژه قطره‌چکان‌ها، به‌طور دقیق تعیین شود تا با انتخاب بهتر از اتلاف سرمایه و انرژی جلوگیری به‌عمل آید. بنابراین در راستای گسترش کمی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، باید کیفیت آن‌ها نیز مورد توجه قرار گرفته و کارایی هیدرولیکی سیستم آبیاری و نحوه عملکرد سیستم قبل از نصب مورد بررسی قرار گیرد تا قطره‌چکانی به بازار عرضه گردد که پاسخ‌گوی بخشی از نیاز روزافزون دنیا به آب از طریق بهینه‌سازی مصرف آب باشد. ضمن این‌که در این راستا، شرکت‌های سازنده تجهیزات آبیاری قطره‌ای، اطلاعاتی را همراه با کاتالوگ ساخت قطره‌چکان ارایه می‌نمایند که درستی آن مورد تردید بوده و باید مورد بررسی قرار گیرد.

فاکتورهای متعددی بر یکنواختی توزیع آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای مؤثر هستند که از آن جمله می‌وان تغییرات در فشار کارکرد سیستم در مزرعه، اصطکاک در طول لوله آبیاری، اختلاف ارتفاع نقاط مختلف شبکه، تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها، گرفتگی و مسدود شدن قطره‌چکان‌ها را نام برد (لی و همکاران، ۲۰۰۷؛ بریسی و همکاران، ۲۰۰۳). کاپرا و سیکولونه (۱۹۹۸) نشان دادند که فاکتور اصلی در تغییرات دبی قطره‌چکان، نوع قطره‌چکان و مواد مورد استفاده در ساخت آن است. واریک و شینی (۱۹۹٦) با بررسی رابطه بین دبی خروجی از قطره‌چکان با دبی اسمی آن با در نظر گرفتن خصوصیات قطره‌چکان و خصوصیات هیدرولیکی خاک در آبیاری قطره‌ای سطحی نشان دادند که با کاهش دبی قطره چکان، یکنواختی پخش افزایش می‌یابد. نتایج اندازه‌گیری‌های حسن‌لی و سپاسخواه (۲۰۰۰) نشان داد که در تمام باغ‌های مورد مطالعه، دبی قطره‌چکان‌ها به‌میزان قابل‌ملاحظه‌ای به‌دلیل پایین بودن فشار و یا گرفتگی، کم‌تر از دبی اسمی آن‌ها بوده، ضمن این‌که ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌های مورد استفاده، بسیار بالا و حدود ۰/۲۲ بود که سبب کاهش یکنواختی پخش آب گردید. هزارجریبی و همکاران (۲۰۰۸) با ارزیابی قطره‌چکان‌های مختلف ساخت خارج کشور نشان دادند که طراحی آبیاری قطره‌ای باید براساس نتایج واقعی آزمایشگاهی باشد نه براساس آن‌چه که در کاتالوگ قطره‌چکان‌ها از طرف شرکت سازنده ارایه می‌گردد. همچنین نتایج پژوهش آزمایشگاهی آن‌ها نشان داد که ۵ قطره‌چکان Katif8، Katif4، Inline168، Hydrogol و Mono-tandem قادرند آب را در دامنه فشارهای کارکرد ۲۰۰-۵۰ کیلوپاسکال به‌صورتی یکنواخت توزیع نمایند، ولی قطره‌چکان Matic نتوانست آب را به‌صورتی یکنواخت در دامنه فشار یاد شده توزیع نماید. بررسی امید و همکاران (۲۰۰۸) بر روی لوله آبیاری قطره‌ای- نواری ساخت داخل کشور نشان داد که میزان تغییرات دبی در دامنه مجاز ارایه شده توسط کارخانه سازنده (۲۰ درصد) بوده و دبی قطره‌چکان کارکرده در مقایسه با قطره‌چکان نو در فشار کارکرد مشابه کاهش می‌یابد. همچنین آن‌ها ضمن برآورد رابطه دبی- فشار نشان دادند که با افزایش دبی یا فشار، ضریب تغییرات دبی کاهش می‌یابد. حوری و علیزاده (۲۰۰٦) با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) از ۱۰ قطره‌چکان مورد ارزیابی، دو نمونه را در حد عالی، یک نمونه را در حد متوسط و ۷ نمونه را غیرقابل استفاده طبقه‌بندی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که ضریب تغییرات ساخت ۱۰ قطره‌چکان مورد استفاده بین ٤۱-۳ درصد متغیر بوده و بر طبق استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا، ۷ قطره‌چکان غیرقابل استفاده می‌باشد. میزان یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها نیز به‌ترتیب در محدوده ۹۷-٥٤ درصد و ۹۸-۷٤/۱ درصد گزارش گردید. کیرناک و

همکاران (۲۰۰٤) نیز ضمن طبقه‌بندی کیفی قطره‌چکان‌ها، اطلاعات کاتالوگ را بررسی نموده و آن را مورد تأیید قرار دادند.

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی عملکرد هیدرولیکی ۳ نوع قطره‌چکان ساخت خارج کشور در فشارهای کارکرد مختلف در شرایط آزمایشگاهی و بررسی درستی اطلاعات ارایه شده هر یک از قطره‌چکان‌ها در کاتالوگ ارایه شده توسط شرکت‌های سازنده آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات فال در شهر برانشویک کشور آلمان[1] در تابستان سال ۲۰۰٦ میلادی انجام شد. در این پژوهش ۲ قطره‌چکان در خط و غیرجبران‌کننده فشار (غیرقابل تنظیم) به‌نام‌های Siplast[2] ساخت ایتالیا و Inline168[3] ساخت فلسطین اشغالی و ۱ قطره‌چکان روی خط و جبران‌کننده فشار (تنظیم‌کننده دبی) به‌نام Katif8[4] ساخت فلسطین اشغالی در شرایط آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفتند. دلیل انتخاب این قطره‌چکان‌ها، موجودیت و کاربرد وسیع آن‌ها در کشورهای اروپایی و بازار رو به گسترش آن‌ها در سطح جهانی بود. مشخصات فنی قطره‌چکان‌های مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مشخصات فنی قطره‌چکان‌ها (ارایه شده توسط شرکت سازنده).

نوع قطره‌چکان	نوع قطره‌چکان	نام شرکت سازنده	کشور سازنده	CV (درصد) در ۱۰۰ کیلوپاسکال	دبی اسمی (لیتر در ساعت)		
					۵۰ کیلوپاسکال	۱۰۰ کیلوپاسکال	۱۵۰ کیلوپاسکال
Siplast	قطره‌چکان در خط و غیرجبران‌کننده فشار	Siplast	ایتالیا	---	۱۱/۱	۱٤/۵	۱۷/۱
Inline168	قطره‌چکان در خط و غیرجبران‌کننده فشار	Netafim	فلسطین اشغالی	۱۰	۵/۹	۸/۳	۱۰/۲
Katif8	روی خط و جبران‌کننده فشار	Plastro	فلسطین اشغالی	۵-۱۰	۸/٤	۸/٤	۸/٤

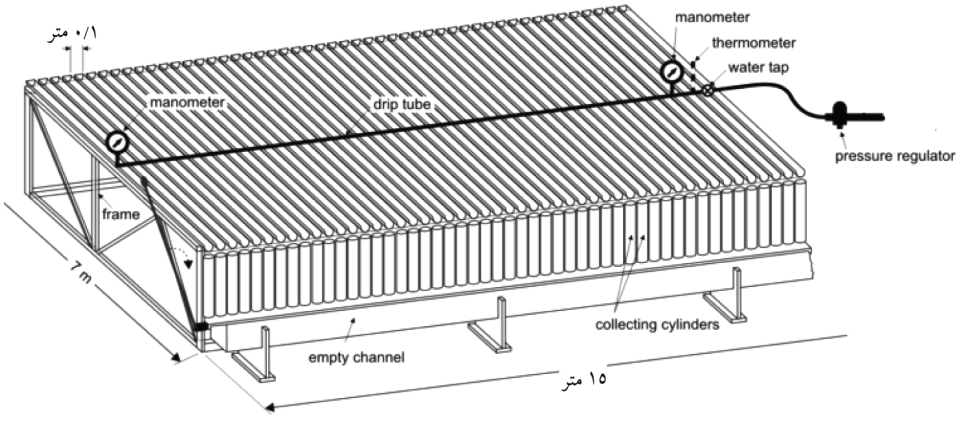
1- www.fal.de
2- www.siplast.it
3- www.netafim.com
4- www.plastro.com

دبی قطره‌چکان‌ها در ٤ فشار مختلف ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوپاسکال مورد انـدازه‌گیـری قـرار گرفت. لوله‌های آب‌ده که قطره‌چکان‌ها بر روی آن‌ها قرار داشتند، دارای قطر ١٦ میلی‌متر و ضـخامت ١/٦ میلی‌متر بودند کـه ۳۰ قطـره‌چکـان بـر روی آن‌هـا قـرار داشـت. دو لولـه از هـر یـک از انـواع قطره‌چکان‌ها و در مجموع ٦ لوله در ۳ تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری دبی در فشارهای مختلف، تمهیداتی مطابق با شکل ۱ اندیـشیده شـد. لولـه‌هـای پلی‌اتیلن به قطر ۱۰ سانتی‌متر در جهت طولی بریده شد و به موازات هـم در کنـار یکـدیگر بـر روی سطحی شیب‌دار قرار گرفت تا بتوانند آب خروجی از قطره‌چکان‌ها را به‌سمت سیلندرهایی بـه حجـم ۲ لیتر هدایت نمایند. برای اطمینان از اعمال فشار کارکرد موردنظر بر روی قطره‌چکان‌ها، فشار آب در ابتدای و انتهای خط از طریق مانومتری با دقت ۵ کیلوپاسکال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

رابطه دبی- فشار: مهم‌ترین ویژگی هر قطره‌چکان رابطه بین تغییرات دبی و فـشار در آن اسـت. ایـن رابطه در قطره‌چکان‌ها با معادله ارایه شده توسط کلر و کارملی (١٩٧٤) و هـوول و بارینـاس (۱۹۸۰) به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$q = K_e H^x \qquad (۱)$$



شکل ۱- اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها در فشارهای کارکرد مختلف در آزمایشگاه.

که در آن، x: توان فشار، H: مقدار فشار کارکرد بر حسب کیلوپاسکال یا متر، K_e: ضریب ثابت و q: مقدار دبی قطره‌چکان بر حسب لیتر در ساعت می‌باشد. مقدار x، حساسیت دبی قطره‌چکان به تغییرات فشار و رژیم جریان را نشان می‌دهد و مقدار آن معمولاً در محدوده صفر و ۱ قرار داشته و هرچه مقدار آن کم‌تر باشد، کاربرد آن به‌ویژه در شرایطی که لوله آب‌ده در زمین ناهموار قرار گیرد، دارای برتری بیش‌تری بوده و در برتری خواهد داشت. برای تعیین ضرایب x و Ke می‌توان میزان دبی را در دو فشار مختلف اندازه‌گیری کرد و سپس با استفاده از معادله رگرسیون خطی بر روی لگاریتم دبی و فشار، این مقادیر را مشخص نمود:

$$x = \frac{\log(q_1 / q_2)}{\log(H_1 / H_2)} \qquad (۲)$$

ضریب تغییرات ساخت (CV): تفاوت‌های اندک در ساخت قطره‌چکان‌ها موجب تغییرات زیادی در مقدار دبی خروجی قطره‌چکان می‌شود که این مسأله بر توزیع یکنواخت آب آبیاری اثر منفی خواهد داشت. نحوه طراحی فنی و هیدرولیکی قطره‌چکان، کیفیت قالب‌های به‌کار گرفته شده، نوع مواد اولیه مصرفی، روش قالب‌ریزی قطعات قطره‌چکان‌ها و میزان دقت اعمال شده در مراحل تولید از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کیفیت ساخت یک قطره‌چکان می‌باشند. از آن‌جایی‌که معمولاً در یک فشار ثابت، دبی خروجی از قطره‌چکان‌های ساخت یک کارخانه با یکدیگر تفاوت دارند، برای بیان این ویژگی می‌توان از ضریب تغییرات ساخت به‌صورت زیر استفاده نمود:

$$CV = \frac{S_d}{q_a} \qquad (۳)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(q_i - q_a)^2}{n-1}} \qquad (٤)$$

که در آن‌ها، q_i: دبی اندازه‌گیری شده قطره‌چکان، q_a: دبی متوسط دبی قطره‌چکان‌ها و S_d: انحراف از معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده قطره‌چکان‌های مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت می‌باشد.

در این پژوهش استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۱۹۹٦) برای ارزیابی کیفی قطره‌چکان‌ها مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- طبقه‌بندی کیفی قطره‌چکان‌های نقطه‌ای براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (**ASAE EP405.1**).

گروه	ضریب تغییرات ساخت CV (درصد)
عالی	۰/۰۵ >
متوسط	۰/۰۵-۰/۰۷
مرزی	۰/۰۷-۰/۱۱
ضعیف	۰/۱۱-۰/۱۵
غیرقابل استفاده	۰/۱۵ <

ضریب یکنواختی: یکنواختی توزیع آب در مزرعه از نظر کمی با ضریب یکنواختی مشخص می‌شود. دامنه تغییرات دبی قطره‌چکان نیز از ضریب یکنواختی کریستیانسن (۱۹٤۲) که ابتدا برای یکنواختی پخش آب در آب‌پاش‌های آبیاری بارانی به‌کار گرفته شده است، به‌دست می‌آید:

$$CU = (۱ - \frac{\sum_{i=۱}^{n} |q_i - q_a|}{nq_a}) \times ۱۰۰ \qquad (۵)$$

که در آن، q_i: دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت، q_a: دبی متوسط قطره‌چکان‌های مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت، n: تعداد قطره‌چکان‌ها و CU: ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها می‌باشد.

یکنواختی پخش: در یک سیستم آبیاری قطره‌ای لازم است تا ضرایب یکنواختی سیستم مشخص گردد تا بتوان براساس آن رابطه بین عمق خالص و ناخالص آبیاری را در منطقه ریشه گیاه به‌دست آورد. از آن‌جا که یکنواختی پخش آب یکی از دو جزو مؤثر بر راندمان آبیاری است، بنابراین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این پارامتر براساس رابطه کلر و کارملی (۱۹۷٤) به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$EU = (\frac{q_n}{q_a}) \times ۱۰۰ \qquad (٦)$$

که در آن، q_n: متوسط دبی قطره‌چکان در چارک پایین و q_a: برابر دبی متوسط قطره‌چکان‌های مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت می‌باشد.

تغییرات دبی: یکی دیگر از شاخص‌های بررسی تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها مقایسه حداکثر و حداقل دبی در قطره‌چکان‌ها می‌باشد که از آن می‌توان به‌عنوان معیار انتخاب قطره‌چکان استفاده نمود:

$$q_{var} = (\frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}}) \times ۱۰۰ \quad (۷)$$

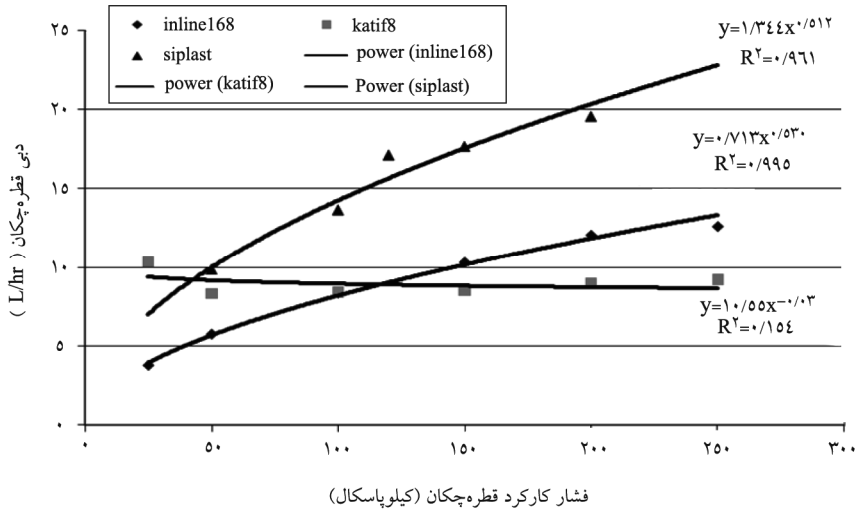
که در آن، q_{max} و q_{min}: به‌ترتیب برابر حداکثر و حداقل دبی در قطره‌چکان‌ها می‌باشند.

با استفاده از رابطه‌های یاد شده، نتایج به‌دست آمده از آزمایش تحلیل گردیده و عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

رابطه دبی- فشار: براساس رابطه‌های ۱ و ۲، رابطه بین دبی و فشار هر یک از قطره‌چکان‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. مطابق اطلاعات ارایه شده در کاتالوگ ساخت قطره‌چکان‌ها، در ۲ قطره‌چکان نوع غیرجبران‌کننده فشار (Siplast و Inline168)، مقدار دبی با افزایش فشار افزایش یافت. مقدار توان فشار در رابطه دبی- فشار ۲ قطره‌چکان بالا نیز که بیش از ۰/۵ به‌دست آمده است (x=۰/۵۱۲۸ و x=۰/۵۳۰۱)، به‌خوبی بیانگر تلاطم کامل جریان در این قطره‌چکان‌ها و تأییدکننده غیرجبران‌کننده بودن دبی با تغییرات فشار در آن است. مقدار بالای ضرایب تعیین به‌دست آمده برای ۲ قطره‌چکان بالا نیز درستی رابطه‌های نشان داده شده در شکل ۲ را مورد تأیید قرار می‌دهند (R^2=۰/۹۶۱۱ و R^2=۰/۹۹۵۲). ولی در قطره‌چکان Katif8، مقدار دبی با افزایش فشار تقریباً ثابت باقی ماند (قطره‌چکان جبران‌کننده فشار). این موضوع با توجه به مقدار نزدیک به صفر توان فشار این قطره‌چکان در شکل ۲ (x= -۰/۳۶۱) که بیان‌کننده نوع جبران‌کننده بودن فشار آن است، به‌خوبی پیداست. در شکل ۲ نیز به‌خوبی پیداست که تغییرات دبی- فشار در قطره‌چکان Katif8 ثابت بوده و این قطره‌چکان تمایلی ندارد که آب‌دهی خود را بر خلاف افزایش فشار کارکرد، افزایش دهد. به همین دلیل رابطه ۱ نمی‌تواند الگوی مناسبی برای بیان رابطه دبی- فشار در این نوع قطره‌چکان باشد و به همین دلیل مقدار R^2 به‌دست آمده از رابطه ۱ برای این قطره‌چکان که در شکل نیز نشان داده شده است، مقدار کمی به‌دست آمده است (R^2=۰/۱۵۴۲). نتایج بالا اطلاعات ارایه شده در کاتالوگ قطره‌چکان‌ها را در ارتباط با نوع قطره‌چکان‌ها تأیید می‌کنند.

مقایسه دبی واقعی و دبی اسمی قطره‌چکان‌ها در فشارهای کارکرد مختلف نیز بیانگر درستی اطلاعات ارایه شده در کاتالوگ ۲ قطره‌چکان Inline168 و Katif8 بوده، در حالی‌که مقایسه دبی واقعی و دبی اسمی در قطره‌چکان Siplast بیانگر اختلافی محسوس بوده و متذکر این نکته است که طراحی آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان Siplast باید براساس نتایج آزمایشگاهی باشد نه براساس اطلاعات ارایه شده توسط سازندگان در کاتالوگ.



شکل ۲- تغییرات دبی قطره‌چکان با فشار کارکرد.

ضریب تغییرات ساخت: نتایج به‌دست آمده از رابطه‌های ۳ و ٤ که در جدول ۳ نشان داده شده است، بیانگر آن است که ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در همه موارد جز برای Katif8 در فشار کارکرد ۲۰۰ کیلوپاسکال، کم‌تر از ۵ درصد بوده، بنابراین هر ۳ نوع قطره‌چکان را می‌توان براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE EP405.1) در دسته عالی طبقه‌بندی نمود. نتیجه بالا، کیفیت مناسب مواد اولیه و کنترل و نظارت مناسب بر ساخت این قطره‌چکان‌ها را مورد تأیید قرار می‌دهد. پژوهش‌های سولومون (۱۹۷۹) نیز بیانگر آن است که یک عامل مهم و مؤثر بر یکنواختی دبی خروجی قطره‌چکان‌ها، تغییرات ساخت در بین قطره‌چکان‌ها است که نحوه طراحی هیدرولیکی قطره‌چکان و همچنین میزان دقت اعمال شده در طی مراحل ساخت و تولید را مدنظر قرار می‌دهد. نتایج ارایه شده در جدول ۳ اطلاعات ارایه شده در خصوص محدوده ضریب تغییرات ساخت

قطره‌چکان‌های Katif8 و Inline168 در فشار کارکرد ۱۰۰ کیلوپاسکال را که در جدول ۲ ارایه شده است را تأیید می‌کند.

همان‌گونه که نتایج ارایه شده در جدول ۳ نشان می‌دهند، با افزایش فشار کارکرد قطره‌چکان‌های Siplast و Inline168 تا فشار ۱۵۰ کیلوپاسکال، مقدار ضریب تغییرات ساخت افزایش می‌یابد. بنابراین انتظار می‌رود در صورت مدیریت مناسب آبیاری قطره‌ای، راندمان آبیاری بالایی را با این قطره‌چکان‌ها به‌دست آورد. این در حالی است که ضریب تغییرات ساخت در قطره‌چکان Katif8 از روند خاصی پیروی نکرده و از بالاترین میانگین ضریب تغییرات ساخت در مقایسه با دیگر قطره‌چکان‌ها برخوردار بوده است.

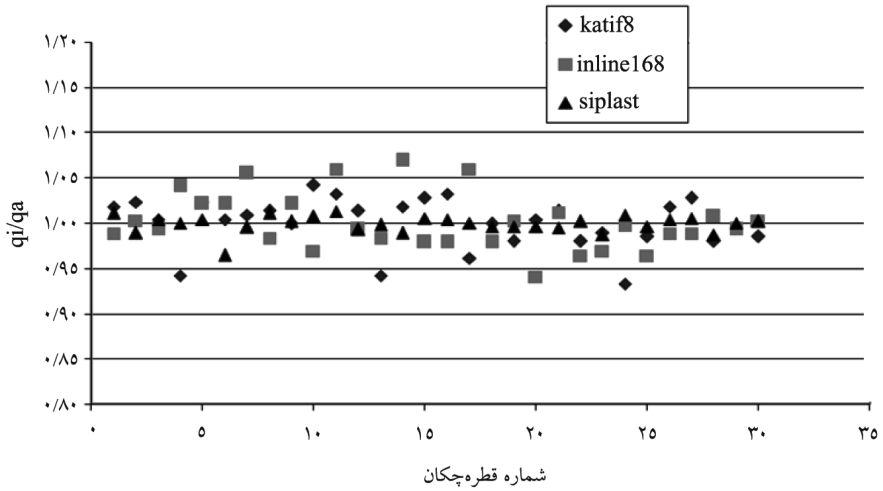
جدول ۳- ضریب تغییرات ساخت در قطره‌چکان‌ها در فشارهای کارکرد متفاوت.

نوع قطره‌چکان	۵۰ کیلو پاسکال	۱۰۰ کیلو پاسکال	۱۵۰ کیلو پاسکال	۲۰۰ کیلو پاسکال	میانگین
Siplast	۱/۲	۲/۲	۲/۹	۱/٤	۱/۹۳
Inline168	۲/٦٤	۳/۱٤	۳/۱۳	۱/۹۹	۲/۷۲
Katif8	۳/۳۹	۱/۹٦	۳/۹٤	۵/٤٦	۳/٦۹

ضریب یکنواختی، یکنواختی پخش و تغییرات دبی: نتایج به‌دست آمده از ضریب یکنواختی و یکنواختی پخش در جدول ٤ بیانگر آن است که هر ۳ نوع قطره‌چکان، آب را به‌صورتی کاملاً یکنواخت پخش می‌کنند. یکنواختی پخش بالای آب حتی تنها با ارزیابی نتایج یکنواختی پخش (EU) در تمامی فشارها که اصولاً کم‌تر از ضریب یکنواختی می‌باشند نیز قابل استنتاج است. به‌منظور درک بهتر نسبت به رضایت‌بخش بودن یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها، تغییرات دبی نسبی قطره‌چکان‌ها در فشار کارکرد ۱۰۰ کیلوپاسکال که فشار کارکرد مرسوم برای قطره‌چکان‌ها می‌باشد، در شکل ۳ رسم شده است. در شکل ۳ به‌خوبی نشان داده شده است که دبی بیش‌تر قطره‌چکان‌ها در هر ۳ نوع قطره‌چکان دارای دامنه تغییرات ۵ درصد نسبت به مقدار میانگین (q_a) می‌باشد. مقدار تغییرات دبی که یکی از شاخص‌های انتخاب قطره‌چکان است، در دو قطره‌چکان Siplast و Inline168 حداکثر برابر با ۱۰ درصد به‌دست آمد، در حالی‌که در قطره‌چکان Katif8 این مقدار به مرز ۲۰ درصد نیز رسید که بر خلاف برتری آن در خصوص جبران‌کننده بودن فشار، یک عیب محسوب می‌گردد.

جدول ٤- نتایج به‌دست آمده از ضریب یکنواختی و یکنواختی پخش در قطره‌چکان‌ها در فشارهای کارکرد متفاوت.

نوع قطره‌چکان	۵۰ کیلوپاسکال		۱۰۰ کیلوپاسکال		۱۵۰ کیلوپاسکال		۲۰۰ کیلوپاسکال	
	CU (درصد)	EU (درصد)	CU (درصد)	EU (درصد)	CU (درصد)	EU (درصد)	CU (درصد)	EU (درصد)
Siplast	۹۸/٦	۹۸/۰	۹۷/٦	۹٦/٦	۹۷/٦	۹۵/۳	۹۸/۰	۹۷/۸
Inline168	۹۸/۰	۹٦/۹	۹۷/٦	۹٦/٦	۹۷/٦	۹۷/۰	۹۸/٤	۹۷/۸
Katif8	۹۷/۷	۹۵/۲	۹۷/۸	۹۷/۱	۹۷/۱	۹۵/۰	۹۵/۸	۹۳/۸



شکل ۳- تغییرات دبی نسبی قطره‌چکان‌ها.

نتیجه‌گیری

اختلاف محسوس بین دبی اسمی و واقعی در قطره‌چکان Siplast که به‌دست آمده از مقایسه نتایج این پژوهش با اطلاعات ارایه شده توسط سازندگان در کاتالوگ ساخت قطره‌چکان است، بیانگر معتبر نبودن اطلاعات موجود در کاتالوگ قطره‌چکان‌ها است. بنابراین در مناطق با محدودیت منابع آب که روش آبیاری قطره‌ای در راستای افزایش راندمان آبیاری و کارایی مصرف آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید طراحی آبیاری قطره‌ای براساس نتایج آزمایشگاهی استوار باشد نه براساس اطلاعاتی که توسط سازندگان در کاتالوگ ارایه می‌گردد.

منابع

1.Bracy, R.P., Parish, R.L., and Rosendale, R.M. 2003. Fertigation uniformity affected by injector type. Hort. Thechnology, 13: 1. 103-105.

2.Capra, A., and Scicolone, B. 1998. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. J. Agric. Engine. Res. 70: 355-365.

3.Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling. Bulletin 670, Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley. Oct 1942.

4.Farshi, A.A., Kheirabi, J., Siadat, H., Mirlatifei, M., Darbandi, S., Salamat, A.R., Entesari, M.R., and Sadat, M.H. 2003. On-Farm Irrigation Water Mangement. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Press, 178p. (In Persian)

5.Hasanli, A.M., and Sepaskhah, A.R. 2000. Evaluation of drip irrigation systems, Research on citrus in Darab. J. Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour. 4: 2. 13-27. (In Persian)

6.Houri, M.A., and Alizade, A. 2006. Operation and hydraulic characteristics of various drippers under different pressure and temperature. National conference on managementf of irrigation and drainage nets. Ahvaz. (In Persian)

7.Howell, T.A., and Barinas, F.A. 1980. Pressure losses across trickle irrigation fittings and emitters. Transactions of the ASAE, 23: 4. 928-933.

8.Hezarjaribi, A., Dehghani, A.A., Meftah Helghi, M., and Kiani, A. 2008. Hydraulic performances of various trickle irrigation emitters. J. Agron. 7: 265-271.

9.Keller, J., and Karmeli, D. 1974. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, 17: 4. 678-784.

10.Kirnak, H., Dogan, E., Demir, S., and Yalcin, S. 2004. Determination of Hydraulic Performance of Trickle Irrigation Emitters used in Irrigation Systems in the Harran Plain. Turk. J. Agric. For. 28: 223-230.

11.Li, J., Meng, Y., and Li, B. 2007. Field evaluation of fertigation uniformity as affected by injector type and manufacturing variability of emitters. Irrig. Sci. J. 25: 117-125.

12.Omid, M.H., Esmaeili Varaki, M., Habibzadeh Gharehbaba, A., and Liaghat, A.M. 2008. Investigation on the hydraulic properties of drip tape irrigation pipes, Iran. J. Irrig. and Drain. 2: 1. 127-137. (In Persian)

13.Solomon, K. 1979. Manufacturing variation of trickle emitters. Transactions of the ASAE, 22: 5. 1034-1038.

14.Warrick, A.W., and Shani, U. 1996. Soil-limiting flow from subsurface emitters.II: Effect on uniformity. J. Irrig. and Drain. Engine. 122: 5. 296-300.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(1), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Evaluation of hydraulic performances of various drippers under different operation pressures and lab condition

***A. Hezarjaribi[1], Gh. Ghorbani Nasrabad[2], R. Fazl Oula[3] and M. Abedinpour[4]**

[1]Asssistant Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Asssistant Prof., Cotton Research Institute of Iran, Gorgan, [3]Asssistant Prof., Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Ph.D., Irrigation and Drainage
Received: 05/23/2011; Accepted: 10/15/2012

Abstract

Since trickle irrigation system efficiency depends on the physical and hydraulic characteristics of the drippers and specially water application uniformity, therefore evaluation of drippers as the most important section of a trickle irrigation system will be very important to have an efficient irrigation system. The objective of present study was to measure discharge rates of three different kinds of emitters (including Siplast, Inline168 and Katif8) at four different pressure levels of 50, 100, 150 and 200 kPa to assess the hydraulic performances, calculating the coefficient of manufacturing variation, water distribution uniformity of emitters and emitter discharge exponent, in order to establish the emitter´s flow rate sensitivity to pressure and comparing the results to the manufactures´ specifications. Based on results, Katif8 was classified as pressure compensating and inline168 and Siplast were classified as non-compensating pressure as expected. All three emitters distributed water uniformly at all operating pressures. Results indicated that designing trickle irrigation specially relationship between discharge and pressure should be based on reliable test data, not on manufacturer´s supplied data.

Keywords: Trickle irrigation, Hydraulic performances, Distribution uniformity, compensating pressure

* Corresponding Author; Email: hezab10@yahoo.com